UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

SIDINEI DE OLIVEIRA SOUSA

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL – *PROBLEM-BASED LEARNING*): ESTRATÉGIA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS E CONTEÚDOS COMPUTACIONAIS

Presidente Prudente
2011

SIDINEI DE OLIVEIRA SOUSA

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL – *PROBLEM-BASED LEARNING*): ESTRATÉGIA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS E CONTEÚDOS COMPUTACIONAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Campus de Presidente Prudente, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.
Orientador: Prof. Dr. Klaus Schlünzen Junior.

Presidente Prudente
2011

Sousa, Sidinei de Oliveira.
S698a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – *Problem-Based Learning*) : estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais / Sidinei de Oliveira Sousa. - Presidente Prudente : [s.n], 2011
251 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Orientador: Klaus Schlünzen Junior
Banca: Luis Roberto de Camargo Ribeiro, Leny Rodrigues Martins Teixeira
Inclui bibliografia

1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Computação. 3. Formação de Professores. I. Autor. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

CDD 370

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Presidente Prudente.

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. KLAUS SCHLÜNZEN JUNIOR
(ORIENTADOR)

PROF. DR. LUIS ROBERTO DE CAMARGO RIBEIRO
(UFSCAR)

PROFA. DRA. LENY RODRIGUES MARTINS TEIXEIRA
(FCT/UNESP)

SIDINEI DE OLIVEIRA SOUSA

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 12 DE NOVEMBRO DE 2010.

RESULTADO: APROVADO

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352/5362/5392 Fax 18 3223-4519 posgrad@fct.unesp.br

DEDICATÓRIA

À Aparecida de Oliveira Souza, minha mãe, luz da minha vida!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha divina inspiração e por ter me concedido a vida enchendo meus pulmões de ar com o sopro de Suas narinas.

À minha Mãe Aparecida de Oliveira Souza, por acreditar em mim até mesmo nos momentos em que a dúvida se fez presente em minha vida.

À minha Irmã Marilene de Oliveira Souza, por ter sido a primeira pessoa a colocar um livro em minhas mãos e por ter me colocado às portas de uma Universidade.

Ao meu orientador Dr. Klaus Schlünzen Júnior, por ter acreditado em mim desde o início e por ter tornado esse sonho possível, sem ele jamais eu teria escrito esta dissertação.

À Professora Dra. Leny Rodrigues Martins Teixeira, por me deixar tão encantado por suas falas acerca da construção das inteligências, sua contribuição intelectual está presente nas páginas desta pesquisa.

À Professora Dra. Maria Raquel Miotto Morelatti, por muitas vezes ter me auxiliado a criar uma ponte entre as teorias das ciências exatas e as teorias da educação.

À Professora Dra. Mônica Fürkotter, por suas palavras sempre tão sábias e por ter sido a responsável por eu assistir ao filme "Os Dois Mundos de Charly", um grande filme.

À Professora Dra. Cláudia Maria de Lima, por ter me estimulado a buscar o rigor e a excelência na fundamentação teórica.

À Professora Dra. Elisa Tomoe Moriya Schlünzen, por ter compartilhado comigo em suas aulas sua percepção de um mundo mais inclusivo para toda a gente.

Ao Professor Dr. Alberto Albuquerque Gomes, por subsidiar a questão metodológica.

Ao Dr. Luis Roberto de Camargo Ribeiro, por ter avaliado este trabalho e por suas importantes contribuições para esta pesquisa.

Ao Centro de Educação Tecnológica Paula Souza, pelo incentivo ao me conceder afastamentos sem prejuízos financeiros.

À Administração da Etec Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo, pela cumplicidade e compreensão.

Aos meus alunos com os quais compartilhei muitos momentos desde agosto de 2005, é por eles e somente por eles que me lancei nessa jornada e cheguei até aqui.

Aos alunos do curso de Licenciatura em Química, que aceitaram o desafio de participar deste estudo de natureza tão inovadora.

Ao meu amigo Daniel, por ser um amigo de longa data e por ter compartilhado comigo de muitas vitórias.

À amiga Rita de Cássia Bôscoli Soler Morete, pela nossa cumplicidade em sua forma mais verdadeira desde o início do mestrado e pelas nossas conversas sobre a Educação e sobre os clássicos do cinema como ...E o Vento Levou e Doutor Jivago.

Ao amigo Clóvis da Silva Santana, pelas nossas conversas sobre a inversão de valores da sociedade.

À amiga Tereza Cristina Carvalho Iwamoto de Oliveira, pela ajuda com questões burocráticas e pelas nossas conversas.

À amiga Rita de Cássia Zirondi Di Nallo, por todo carinho que sempre demonstrou e pelas nossas conversas.

À Rosemara Perpétua Lopes, por ter sido a primeira pessoa a me dizer que as teorias de John Dewey se relacionavam com o PBL.

À Francisnaine Priscila Martins de Oliveira, por me lembrar que devemos sim aceitar elogios e que ao aceitá-los não significa que estamos sendo soberbos.

A todos os funcionários da Secretária de Pós-graduação, por sempre terem sido tão solícitos e compreensíveis comigo desde o início do mestrado.

RESUMO

Os métodos de ensino fortemente instrucionistas e centrados no professor têm obtido resultados pouco satisfatórios no que se refere a atender às exigências atuais de uso dos computadores na futura prática profissional do aluno, sobretudo nas licenciaturas. Nesse âmbito, a Aprendizagem Baseada em Problemas, por romper com paradigmas do ensino tradicional, centralizar o conhecimento no aluno e valorizar o contexto e os conhecimentos prévios, torna-se um objeto digno de estudos para comprovar sua contribuição na formação de um aluno que faça uso de computadores de modo contextualizado e voltado para o desenvolvimento intelectual e para a resolução de problemas. Este estudo está vinculado à linha de pesquisa "Práticas e Processos Formativos em Educação" do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP de Presidente Prudente. Dentro desse contexto, esta pesquisa tem por objetivo analisar a estratégia metodológica do PBL – *Problem-Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas) como elemento para potencializar o ensino e aprendizagem de computação em um curso de licenciatura. Para atender a esse objetivo, foi desenvolvido um estudo de caráter qualitativo através de uma pesquisa do tipo intervenção com a implantação do PBL como estratégia de ensino e aprendizagem em uma disciplina de Introdução à Computação no primeiro ano de um curso de licenciatura em Química. Os participantes da pesquisa foram os alunos e o professor da disciplina, que também atuou como pesquisador. Em princípio, foi desenvolvido um estudo bibliográfico sobre o PBL e a computação. A pesquisa empírica teve início com a viabilização da estratégia no que se refere aos aspectos práticos como a escolha da modalidade do PBL a ser utilizado e a construção de recursos didáticos necessários à sua implementação (Elaboração de Problemas). O PBL foi aplicado através de uma abordagem construtivista com a intenção de desenvolver no aluno conhecimentos relacionados à computação, além de habilidades e atitudes. A fase de levantamento e tratamento dos dados ocorreu através da observação e posterior descrição das aulas, análise dos materiais produzidos pelos alunos e aplicação e análise de questionários de avaliação do PBL e de autoavaliação de desempenho. A partir da análise dos dados foi possível constatar que a maioria dos alunos considera que desenvolveu atitudes e habilidades ao estudar com o PBL, além de concordar que a metodologia permitiu ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de um problema. No que se refere à aquisição de conhecimentos, mais uma vez a maioria dos alunos afirmou que atingiu os objetivos propostos. Embora tenham legitimado o PBL como uma metodologia de ensino e aprendizagem, muitos afirmaram que há disciplinas em que o PBL não se aplica.eles afirmam que para as disciplinas que envolvem cálculos é fundamental a exposição teórica por parte do professor. Porém, também avaliam que a metodologia PBL é inovadora, incentiva e aproxima os alunos, além de proporcionar a eles autonomia na aquisição do conhecimento e introduzi-los na licenciatura. Dessa maneira, o PBL mostrou-se eficiente como um recurso metodológico para construção de conhecimentos e para promoção de habilidades e atitudes no que se refere ao aprendizado autônomo e ao uso contextualizado do computador em conteúdos específicos da Química.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Algoritmo; Computação; Formação de Professores; Química.

ABSTRACT

The teaching methods strongly instructionist and focused on the teacher have obtained unsatisfactory results with regard to meeting the demands of current use of computers in the student's future professional practice, especially in courses of teachers education. In this context, the Problem Based Learning, by breaking with traditional paradigms of education, centralize knowledge in the student, valorize the context and prior knowledges, it is a worthy object of study to prove their contribution to the formation of a student who makes use of computers so contextualized and geared toward intellectual development and to solution problems. Therefore, this study is linked to the research line "Practice and Formative Process in Education" of Program Pos-Graduate in Education, Faculty of Science and Technology, UNESP, Presidente Prudente. Thus, this research aims to examine the methodological strategy of Problem-Based Learning as an element to enhance the teaching and learning computing in a course of teacher education. To meet this goal, was developed a qualitative study through a intervention research. The intervention began with the implementation of PBL as a strategy for teaching and learning in a course Introduction to Computing in the first year of a degree course in Chemistry, with students and the teacher as participants of research, the teacher also served as researcher. In principle was developed a bibliographic study about the PBL and computing. The empirical research started with the viability of the strategy with regard to practical aspects such as choice of model of PBL to be used and the construction of educational resources necessary for its implementation (Elaboration of Problems). The PBL was implemented through a constructivist approach with the intent to develop in the student knowledge related to computing, as well as skills and attitudes. The phase of gathering and processing of data occurred through observation and subsequent description of the classes, analysis of materials produced by the students, application and analysis of questionnaires for the assessment of PBL and self-assessment of performance. As from the data analysis, was determined that most students consider what attitudes and skills were developed while studying with PBL, and agree that the methodology allows the students to formulate hypotheses and compare different ways of solving a problem. With regard to the acquisition of knowledge, again the majority of students said who achieved the stated objectives. Although students have legitimized the PBL as a methodology of teaching and learning, many said that there are disciplines in which the PBL does not apply, according to these students for disciplines involving calculations is fundamental the theoretical exposition by the teacher. However, students noted that the PBL methodology is innovative approaches and encourages students, besides providing them autonomy in the acquisition of knowledge and introduce them into the professional practice. Thus, the PBL was efficient as a methodological tool for building knowledge and promoting skills and attitudes with regard to autonomous learning and the contextualized use of computer in specific contents of chemistry.

Key-words: Problem-Based Learning; Algorithm; Computing; Teacher Education; Chemistry.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Aquisição de conhecimentos na resolução dos problemas. 148
Gráfico 2 – Práticas pedagógicas selecionadas pelos alunos. 154
Gráfico 3 – Uso de vários recursos na investigação. 163
Gráfico 4 – Recursos para pesquisa mais destacados pelos alunos. 163
Gráfico 5 – Questões relacionadas à colaboração. 172
Grafico 6 – Questões referentes à autonomia de aprendizagem. 193
Gráfico 7 – Uso do PBL em outras disciplinas 202

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Interação aprendiz-computador. 12
Figura 2 – Método do Arco. 29
Figura 3 – Postagens no fórum do TelEduc. 71
Figura 4 – Fontes de dados armazenadas no software NVivo..... 73
Figura 5 – Categorias criadas no software NVivo..... 74
Figura 6 – Processo de Codificação. 75
Figura 7 – Relatório de Categoria com dados de várias fontes. 75
Figura 8 – Tabela das respostas fornecidas ao Questionário..... 77
Figura 9 – Disposição das carteiras antes do início da aula com a metodologia PBL. 90
Figura 10 – Disposição das carteiras após o início da aula com a metodologia PBL. 91
Figura 11 – Laboratório de Informática da Universidade. 99
Figura 12 – Disposição das bancadas e das cadeiras no laboratório de informática. 100
Figura 13 – Disposição ideal para as bancadas e cadeiras em um laboratório de informática que seja utilizado para desenvolver o processo PBL. 101
Figura 14 – Primeira e segunda página da história em quadrinhos. 103
Figura 15 – Terceira e quarta página da história em quadrinhos. 104
Figura 16 – Nona e décima página da história em quadrinhos..... 105
Figura 17 – Imagem do estojo contendo 4 tutoriais em sequência..... 106
Figura 18 – Diagramação da capa do tutorial 1..... 107
Figura 19 – Diagramação do conteúdo do tutorial 1. 108
Figura 20 – Capa do material didático (conto). 109
Figura 21 – Primeira página do conto. 110
Figura 22 – Segunda página do conto. 111
Figura 23 – Primeira página da estória. 112
Figura 24 – Terceira página da estória. 113
Figura 25 – Primeira página da apostila. 114
Figura 26 – Quinta página da apostila. 114
Figura 27 – Nona página da apostila. 115
Figura 28 – Tela criada pelo Grupo A para o registro das experiências. 116

Figura 29 – Estatísticas de alimentos analisados. 117
Figura 30 – Tela de abertura da planilha desenvolvida pelo Grupo B. 118
Figura 31 – Tela com a classificação dos alimentos usados na experiência para obtenção do nível de pH. 119
Figura 32 – Tela criada pelo Grupo B para o registro das experiências. 120
Figura 33 – Gráfico de classificação de pH para Doces e Guloseimas. 120
Figura 34 – Gráfico com os tipos de alimentos testados. 122
Figura 35 – Gráfico com a quantidade de alimentos por nível de pH. 122
Figura 36 – Planilha com uma caixa de texto para o usuário digitar o alimento que será testado. 123
Figura 37 – O alimento digitado é automaticamente armazenado na última linha da planilha. 124
Figura 38 – Comandos em Pascal para escrever o texto “Calculadora Química”. 125
Figura 39 – Tela de abertura do programa. 126
Figura 40 – Tela de abertura do programa com o menu de opções dentro de um “cubo”. 126
Figura 41 – Requisição do número atômico de um determinado elemento. 127
Figura 42 – É apresentada ao usuário a distribuição eletrônica para o elemento de número atômico 3. 128
Figura 43 – Algoritmo para determinar a distribuição eletrônica para o número atômico de um elemento. 128
Figura 44 – Menu principal do programa com quatro opções de cálculos. 129
Figura 45 – Tela para que o usuário informe os valores para calcular a equação de Arrhenius. 130
Figura 46 – Algoritmo usado para representar a equação de Arrhenius. 130
Figura 47 – Tela para a determinação da Entalpia. 131
Figura 48 – Algoritmo usado para representar a determinação da Entalpia. 132
Figura 49 – Menu principal do programa. 132
Figura 50 – Sub-menu do item Energia. 133
Figura 51 – Algoritmo usado para calcular a energia cinética. 134
Figura 52 – Tela para o cálculo da energia cinética. 134
Figura 53 – Algoritmo usado para classificar um nível de pH. 135
Figura 54 – Tela para a classificação do nível de pH. 135
Figura 55 – Primeira e segunda página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A. 137

Figura 56 – Terceira e quarta página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A. 138
Figura 57 – Quinta e sexta página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A. 139
Figura 58 – Conclusão da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A. 139
Figura 60 – Terceira e quarta página da análise do objeto de aprendizagem. 142
Figura 61 – Chaveiro produzido a partir de um *chip* de memória de computador. 166
Figura 62 – Antônio, personagem de um conto criado por um dos grupos. 167
Figura 63 – Personagens de uma história em quadrinhos desenvolvida por um dos grupos. 168
Figura 64 – Grafo Polar de Interações no Fórum de Discussões do Teleduc acerca do Problema 3. 173

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Objetivos educacionais possíveis com o PBL. 33
Quadro 2 – Potencial educacional de abordagens referidas como PBL. 33
Quadro 3 – Documentos coletados. 70
Quadro 4 – Situações-problema desenvolvidas. 88
Quadro 5 – Relação de conhecimentos prévios com o PBL. 181
Quadro 6 – Relação entre a avaliação do PBL e a opinião sobre o estágio supervisionado. 187
Quadro 7 – Relação entre autonomia e PBL. 191
Quadro 8 – Relação entre autonomia e conhecimentos prévios 191
Quadro 9 – Relação entre a avaliação do PBL e vantagens na metodologia. 196
Quadro 10 – Relação entre a avaliação do PBL e vantagens na metodologia. 199
Quadro 11 – Relação entre objetivos da disciplina e uso do PBL em outras disciplinas. 204

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Idade dos participantes da pesquisa e ano de ingresso na Educação Básica. 66
Tabela 2 – Percentual de domicílios com serviços de acesso à comunicação no total de domicílios particulares permanentes na região sudeste – 2008. 67
Tabela 3 – Relação entre alteração das ideias e notas dos produtos. 96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas

DHA: Desenvolvimento de habilidades eficazes de autoaprendizagem

DRD: Desenvolvimento de um processo de raciocínio diagnóstico

ECR: Estruturação do conhecimento para utilização em contextos reais

FEeAE: Faculdade de Economia e Administração de Empresas da Universidade de Maastricht

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MEC: Ministério da Educação

MOT: Maior motivação para a aprendizagem

NTO: Não tenho opinião

OA: Objetos de Aprendizagem

PBL: *Problem-Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas)

PCK: *Pedagogical Content Knowledge* (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo)

POPBL: *Project Organized and Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas e Organizada em Projetos)

ROLEP: *Research on Learning Programming* (Pesquisa em Aprendizagem de Programação)

TIC: Tecnologias de Informação e Comunicação

UEFS: Universidade Estadual de Feira de Santana

UNIPAMPA: Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 1
2. INTRODUÇÃO 4
3. QUESTÕES E OBJETIVOS DA PESQUISA 10
4. ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS E CONTEÚDOS COMPUTACIONAIS 11
4.1. Processadores de Texto 15
4.2. Planilhas Eletrônicas 16
4.3. Linguagens de Programação 19
4.4. Objetos de Aprendizagem 24
5. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL – *PROBLEM-BASED LEARNING*) 27
5.1. Características da Aprendizagem Baseada em Problemas 27
5.1.1. Variedades na Abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas 32
5.2. Fundamentos Teóricos da Aprendizagem Baseada em Problemas 36
5.3. O Papel do Professor na Aprendizagem Baseada em Problemas 41
5.4. O Papel do Aluno na Aprendizagem Baseada em Problemas 44
5.5. O Problema na Aprendizagem Baseada em Problemas 45
5.6. Vantagens e Desvantagens 49
5.7. Críticas Acerca da Eficácia da Aprendizagem Baseada em Problemas 51
5.8. Aprendizagem Baseada em Problemas na Educação em Computação 54
5.9. Aprendizagem Baseada em Problemas e a Formação de Professores 57
6. A METODOLOGIA DA PESQUISA E A APLICAÇÃO DO PBL NA DISCIPLINA DE COMPUTAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA 63
6.1. A Metodologia da Pesquisa 63
6.1.1. Os Participantes da Pesquisa 65
6.1.2. A Coleta de Dados 67
6.1.3. A Análise de Dados 72
6.2. A Intervenção 78
6.2.1. A Elaboração dos Problemas 81

7. A DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA INTERVENÇÃO 88
7.1. O Início do Processo PBL 89
7.2. O Processo PBL no Segundo, Terceiro e Quarto Problemas 98
7.3. Os Produtos 102
7.3.1. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Primeiro Problema 102
7.3.2. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Segundo Problema 116
7.3.3. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Terceiro Problema 125
7.3.4. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Quarto Problema 136
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO 143
8.1. Aprendizagem de Conhecimentos Conceituais 144
8.2. Conhecimentos Procedimentais (Habilidades) 149
8.2.1. Habilidades Didáticas 149
8.2.2. Solução de Problema 155
8.2.3. Trabalho em Equipe 158
8.2.4. Investigação 160
8.2.5. Criatividade 165
8.3. Conhecimentos Atitudinais (Atitudes) 169
8.3.1. Comportamento Colaborativo 169
8.3.2. Interesse pelo Conteúdo 173
8.3.3. Práticas Reflexivas 175
8.3.4. Preocupação com o Contexto 179
8.3.5. Postura Profissional 181
8.4. PBL e a Futura Atuação Profissional 184
8.5. Autonomia de Aprendizagem 188
8.6. Legitimação do PBL (Avaliação dos alunos) 194
8.6.1. Contato Inicial com o PBL 194
8.6.2. Aspectos Positivos do PBL 196
8.6.3. Aspectos Negativos do PBL 199
8.6.4. O Uso do PBL em Outras Disciplinas 202
8.6.5. PBL e a Metodologia Tradicional 205
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS 208
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 213
11. ANEXOS 226
ANEXO I: Programa de Ensino de Graduação 226

ANEXO II: Quadro Referencial para Solução do Problema 229
ANEXO III: Questionário de Autoavaliação 230
12. APÊNDICES 231
APÊNDICE I: Questionário 231
APÊNDICE II: Legendas para as variáveis utilizadas no software SPSS 234
APÊNDICE III: Dados de Frequências fornecidos pelo SPSS 236
APÊNDICE IV: Exemplo de cruzamentos entre questões (variáveis) no SPSS 238
APÊNDICE V: Problema 1 239
APÊNDICE VI: Problema 2 242
APÊNDICE VII: Problema 3 245
APÊNDICE VIII: Problema 4 248
APÊNDICE IX: Avaliação Formativa 251

1. APRESENTAÇÃO

Para que o leitor possa compreender os motivos que culminaram nesta pesquisa, apresento uma breve trajetória da minha carreira acadêmica.

Desde agosto de 2005, estou envolvido em atividades acadêmicas como docente. Inicialmente, trabalhei como professor de conteúdos relacionados às tecnologias de informação e comunicação no ensino profissionalizante dos cursos Técnico em Pecuária e Técnico em Informática, ambos oferecidos pelo Centro de Educação Tecnológica Paula Souza. Em fevereiro de 2007, iniciei minhas atividades como docente na Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente – FATEC, também do Centro Paula Souza, nos Cursos Superiores de Logística para o Agronegócio e Análise e Desenvolvimento de Sistemas, tendo ministrado, respectivamente, as disciplinas de Tecnologias da Informação para o Agronegócio e Programação em Microinformática. Em agosto de 2010, comecei a trabalhar como docente na faculdade UNIESP de Presidente Prudente, no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, ministrando a disciplina de Estágio Supervisionado I. Ao exercer minha atividade como docente, e após conversas com os alunos, tornou-se minha preocupação propor e investigar uma metodologia de ensino que estabelecesse a ponte entre a disciplina ensinada na sala de aula e as situações da vida prática dos alunos.

Dessa forma, a ideia de se realizar uma pesquisa sobre a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como estratégia pedagógica no campo da educação em computação, surgiu através de conversas informais com estudantes a respeito das expectativas deles com relação ao curso escolhido. Em uníssono, os alunos atestaram a dificuldade em resolver problemas da disciplina de algoritmos e técnicas de programação de computadores. Durante as discussões, ficou patente o descontentamento dos alunos no que tange à aplicabilidade dos problemas contemplados pela disciplina para a área de atuação que escolheram.

O argumento utilizado por esses estudantes foi o de que muitos deles não conseguiam estabelecer vínculos entre o conteúdo da disciplina de computação e os problemas que encontram na vida real. Essa insatisfação é percebida com mais ênfase em cursos de outras áreas que não a área de computação, mas que possuem em seu currículo a disciplina de introdução à computação com ênfase em desenvolvimento de algoritmos. Cursos como Química, Física, Estatística, que tenham um componente curricular que ensine algoritmos, a disciplina geralmente suscita muitas reclamações com relação à sua pertinência para o curso. Nas licenciaturas, o problema se agrava. O conteúdo programático dessa disciplina oferece

aos alunos noções teóricas e práticas sobre o uso de computadores e o desenvolvimento de programas de pequeno e médio porte através de algoritmos e técnicas de programação. Embora os professores enfatizem com bastante veemência a importância da disciplina, muitos alunos não conseguem traçar um paralelo entre o conteúdo da disciplina e o que se pratica no dia a dia do trabalho.

Tais condicionantes referem-se ao período em que iniciei minha carreira profissional como docente. Entretanto, se eu lançar um olhar mais cuidadoso sobre minhas motivações no campo educacional, ficará evidente que elas são mais longínquas, tendo em vista que represento um desses casos, não raros, em que uma pessoa dorme como bacharel e acorda como professor.

Será mesmo que os fatos aconteceram assim tão da noite para o dia?

Durante boa parte da minha juventude, passei por uma gama extensa de profissões que gostaria de ter desempenhado. Tornar-me professor também havia me passado pela cabeça, embora tal desejo nunca tenha sido mola propulsora das minhas ações de adolescente. Mas, na realidade sempre estava lá, uma paixão pelo conhecimento, ou melhor, uma paixão pelo modo como o conhecimento se constrói. Lembro-me bem de que tarefas escolares, como apresentar a biografia de um físico, construir uma maquete, ou resolver um exercício de matemática, para mim não eram apenas tarefas escolares eram, sem dúvida, uma construção de mim mesmo.

Do mesmo modo como fui formado pelos filmes a que assisti, pelos livros que li, pela influência da minha família, também fui formado pelas atividades escolares que desempenhei, não no sentido burocrático de receber um diploma, ser alfabetizado ou realizar uma operação matemática, mas no sentido de me apaixonar pela experiência, não importando se fosse assistir a um filme na Sessão da Tarde ou estudar o Teorema de Pitágoras.

Durante minha graduação o processo de me apaixonar pela experiência, algumas vezes, foi comprometido por bacharéis que dormiram e acordaram bacharéis mesmo estando dentro de uma sala de aula e atuando como professores. E na minha presunção de aluno eu acreditava firmemente que poderia fazer melhor. Quando me tornei professor, essa crença passou a ser uma vontade férrea de me profissionalizar, visto que percebi logo que somente a vontade de fazer a diferença na vida das pessoas não seria suficiente, talvez um clichê romântico. Contudo, aliada à vontade de ajudar os alunos na construção de conhecimentos estava a percepção de que minha profissão era passível de aprimoramentos e estudos. Foi nesse momento que me interessei pela epistemologia do ensino, já que não partilho da concepção de que apenas a vocação seja suficiente para desempenhar bem a prática docente.

Penso que devemos ter inclinação para docência, como para medicina ou outras áreas da ciência, mas não apenas vocação. Esta não pode ser encarada como substituta da profissionalização, sobretudo nos momentos críticos da profissão. Legitimar a docência apenas na vocação sugere algo meio metafísico, o que contribui para deixar a profissão de professor no limbo do descaso, seja por profissionais da educação ou pelo senso comum. São esses elementos que me motivaram a escolher um mestrado em educação, em detrimento de qualquer outro mais específico para a área de computação.

Assim, apresento-lhe, caro leitor, o resultado daquilo que considero meu "*Tour de Force*"[1]. A expressão francesa não é demasiada para expressar o grande esforço que foi levar a cabo esta pesquisa.

[1] Expressão francesa que designa uma tarefa difícil de ser cumprida.

2. INTRODUÇÃO

Um trabalho como este, destinado a investigar a efetiva contribuição da Aprendizagem Baseada em Problemas, ou, em idioma inglês *Problem-Based Learning* (PBL) no ensino superior deve ser precedido por uma reflexão inicial sobre por que recorrer à Aprendizagem Baseada em Problemas para construir o conhecimento em detrimento do ensino tradicional.

Em primeiro lugar a natureza de muitos dos métodos atuais de ensino e aprendizagem derivam das universidades medievais. Portanto, têm cerca de 800 anos de existência e são responsáveis por gerar muitas inércias no que concerne à construção do conhecimento pelo próprio aluno. Além disso, grande parte da comunidade de pesquisa educacional continua comprometida com a filosofia educacional de fins do século 19 e início do século 20. Embora o discurso seja progressista, permanece extremamente conservador (PAPERT, 1994, p. 11). Não há como negar, no entanto, que é um sistema de ensino cômodo e barato que encontra fortes justificativas históricas para sua utilização. A intenção não é, de forma alguma, depreciar o ensino tradicional, mesmo porque seria um ato tresloucado invalidar toda sua contribuição, afinal o pesquisador que escreve este texto também é fruto do ensino tradicional.

Mas começa a ser hora de perguntarmos se o sistema tradicional continua sendo válido no contexto contemporâneo.

Para iniciar a reflexão, basta observar alguns anseios da sociedade atual. Os jovens de hoje se desenvolveram em uma cultura diferente da dos seus progenitores. Isso não quer dizer que seus valores sejam outros, no entanto, eles cresceram em um ambiente que lhes conferiu um significado diferente a esses valores. A valorização do bem estar, a cultura do lazer, a crescente importância das comunicações de massa determinam que suas necessidades sejam outras. Desse modo, faz sentido recorrer a estruturas de ensino mais flexíveis, para que as aspirações profissionais dos alunos não sejam vitimadas por frustrações. Em segundo lugar, é preciso levar em consideração o crescimento exponencial de seus conhecimentos. Embora existam lugares no globo nos quais a transmissão da informação pelos meios de comunicação ocorra de forma precária, certamente não é o caso do Brasil, onde a televisão e a internet estão presentes em muitos lares. As pessoas são fulminadas constantemente por informações que chegam numa velocidade inimaginável há 50 anos. Diante desse quadro, constitui uma arrogância intelectual julgar que o conhecimento necessário para o exercício profissional está encerrado em um determinado espaço e durante um número limitado de tempo (RIBAS, 2004, p. 4).

Essa nova ordem mundial requer novas formas de posicionamento dos alunos e professores a fim de enfrentar os desafios por ela propostos. Os alunos devem ser capazes de elaborar múltiplas habilidades e competências no âmbito científico ao mesmo tempo em que desenvolvem características fundamentais como capacidade para resolver problemas, trabalhar em equipe, habilidades comunicativas, para tomar decisões e, sobretudo, ampliar as habilidades para o aprendizado autônomo (ÁLVAREZ et al., 2005, p. 1). É imprescindível desenvolver no aluno mecanismos para a construção autônoma do conhecimento, uma vez que na era da informação os saberes necessários para resolver problemas mudam constantemente e exige-se cada vez mais flexibilidade para adequar o conhecimento a situações diversas visando à solução de problemas.

A excessiva divisão do conhecimento em categorias disciplinares cerceia a busca pela construção do conhecimento integrado acerca de um tema relevante, pois a responsabilidade de centralizar o conhecimento fragmentado recai sobre o aluno apenas quando conclui o curso superior. A falta de motivação nessa busca é fator preponderante para a formação de alunos que pouco contribuirão para o desenvolvimento da área em que escolheram atuar.

É reconhecido que um organismo precisa de uma razão para realizar determinado ato. Essa motivação pode ser querer um prêmio ou evitar um castigo. Dessa forma, o organismo se empenhará em conseguir um e evitar o outro (BUGELSKI, 1978, p. 231). O aluno está mais interessado em evitar um castigo que poderia ser a frustração das expectativas da família quanto à sua vida profissional e acadêmica ou ainda evitar o estigma de desempenhar uma função considerada “inferior” pela sociedade por não possuir um diploma de curso superior, do que em buscar o prêmio da construção do conhecimento e, consequentemente, da realização profissional. O aprendizado para esse aluno no método tradicional de ensino não figura como o prêmio, mas sim como meio para se afastar o castigo. Evidentemente, o prêmio deve ser desejado, deve estar próximo do aprendiz. Para tanto, é necessário despertar a motivação, colocar o aluno em ação, forçando-o ao ensaio e erro para, enfim, obter êxito.

O estudo da psicologia do aprendizado do adulto sugere que este é motivado a aprender, quando participa ativamente na incorporação do conhecimento, quando se serve de experiências prévias e quando a aprendizagem pode ser aplicada a situações reais. Todavia, a lacuna que separa o que é estudado em uma sala de aula do que é vivenciado em um ambiente de problemática real é muitas vezes intransponível a muitos alunos, já que o material aprendido nem sempre está acessível para uso, porque muitas vezes o que foi aprendido é esquecido. O esquecimento do material aprendido acontece sempre que ele não é exercitado de algum modo (BUGELSKI, 1978, p. 344-345).

Na relação do aluno com o conteúdo da aprendizagem, o professor exerce duas funções específicas: motivar a aprendizagem e reforçar o conhecimento adquirido. Uma terceira função pode ser intercalada entre essas duas: preparar os dispositivos, os estímulos e as oportunidades necessárias ao aprendizado (FREIRE, 1987).

É nítida a dificuldade dos professores para desempenhar um papel relevante na mudança educativa e em seus métodos de ensino, porque a maioria que compõe o corpo docente de uma Instituição é fruto de uma formação universitária de tendência instrucionista. Além disso, a tarefa transcende as possibilidades de uma reforma educativa, visto não se tratar apenas de impor uma mudança nos métodos de ensino já consolidados por esses professores, mas sim de conscientizá-los da natureza dos acertos e insuficiências de sua função (SCHILLING, 1998). A reflexão docente significa uma ferramenta indispensável para enfrentar as problemáticas situações do ensino, porém, para que tal mudança ocorra é necessário incutir nos professores pressupostos construtivistas de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio e direcionar as atividades docentes para fazer com que o aluno responda aos estímulos externos, atuando sobre eles, para construir e organizar o seu próprio conhecimento (BECKER, 1994).

Ensinar exige não apenas domínio do material a ser ensinado, como também requer uma reflexão crítica sobre a docência para avaliar a prática de hoje ou de ontem e direcionar o aprimoramento da próxima. O professor imbuído de conceitos construtivistas possui a convicção de que ensinar não é transferir conhecimento, mas oferecer subsídios para a sua própria produção ou a sua construção, orientando e descentralizando do próprio docente o processo de aprendizagem (FREIRE, 1996, p. 47).

A centralização de uma estratégia pedagógico-didática no aluno no sentido de uma construção autônoma e personalizada do conhecimento fica mais fácil, se ele tiver a oportunidade de considerar o saber como algo que se constrói e que não é apenas possível, mas essencial, estabelecer ligações entre o que o aluno já sabe e o que se pretende que aprenda, abandonando o paradigma de que o aprendiz representa mero receptor passivo, que busca aprender somente aquilo que o professor quer que ele aprenda (SCHILLING, 1998).

Nesse contexto de centralização do aprendizado no professor, não pode haver conhecimento, já que os estudantes não são chamados a conhecer, mas sim a memorizar o conteúdo ministrado pelo docente. Conclui-se, dessa forma, que ninguém educa ninguém, tampouco ninguém se educa sozinho. Os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo. Assim, os estudantes são investigadores críticos em confabulação com o educador e com outros estudantes (FREIRE, 1987).

A Aprendizagem Baseada em Problemas constitui uma metodologia muito adequada a tal contexto, porque permite desenvolver um trabalho dentro e fora da sala de aula em uma perspectiva de aprendizagem colaborativa. O *feedback,* ou seja, o fluxo de respostas, entre os alunos e o professor é constante, em função da natureza de aprendizado continuado. Em última instância, convém destacar o potencial motivador desse planejamento metodológico, visto que coloca os alunos em uma situação na qual atuam como se fossem profissionais (ÁLVAREZ et al., 2005, p. 13).

A história moderna da Aprendizagem Baseada em Problemas, o PBL (*Problem-Based Learning*), começou no final dos anos 60 na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. No final dos anos 80, foi assimilada pela faculdade de Medicina de Harvard. Ambas as Instituições são referências quando se discute o PBL. Elas representaram universidades tradicionais que ousaram mudar e tiveram suas aulas convencionais completamente modificadas e executaram o método com ótimos resultados (ARANTES, 1998).

O PBL, ou ABP, sigla usada frequentemente em países latino-americanos para designar a Aprendizagem Baseada em Problemas, é encarado menos como uma metodologia de ensino e mais como um novo paradigma curricular. A filosofia do PBL prioriza o aprendizado autodirigido, centrado no estudante, que experiencia situações de aprendizagem colaborativa, a partir de problemas formulados pelos professores participantes do curso, os quais apontam os objetivos educacionais a serem alcançados. Os problemas são apresentados sem informações anteriores para sua elucidação e funcionam como condutores e ponto de partida do processo de aprendizagem. A maneira pela qual o problema deve ser abordado, a seleção dos meios e como se processará a aprendizagem são tarefas de responsabilidade do estudante que especifica os objetivos a serem aprendidos. O encaminhamento da explicação se desenvolverá em caráter interdisciplinar, utilizando e integrando informações de diversas disciplinas, que serão aprendidas integradamente (MASETTO, 2004).

O PBL representa um paradigma curricular revolucionário, porque as disciplinas deixam de ser o componente único e básico da construção do conhecimento, para serem substituídas por problemas motivadores das aprendizagens necessárias à formação. Os problemas permitem que os estudos sejam desenvolvidos com pesquisa bibliográfica e de campo, integrando teoria e prática, teoria e realidade (MASETTO, 2004).

Nesse caso, as disciplinas não são ensinadas de forma fragmentada, não se aprendem disciplinas apenas porque são importantes em si, mas porque suas informações ou habilidades são necessárias para compreender ou explicar uma determinada questão (ARANTES, 1998).

Por outro lado, a centralização do ensino no professor faz com que cada profissional tenha uma percepção bastante particular do curso e de sua disciplina. Em consequência, o aluno absorve conhecimentos completamente fragmentados e não é condicionado a fazer associações de forma autônoma com intuito de construir um conhecimento para resolução de problemas reais. Embora os alunos não percebam, a influência da personalidade do professor se funde com a influência da matéria e raras vezes (nunca completamente) o professor é, para os alunos, um meio transparente de informação (DEWEY, 1959a, p. 66). Nesse aspecto, DEWEY (1959a, p. 66) argumenta acerca dos sentimentos dos alunos em relação ao grau de influência da personalidade do professor na matéria,

> Como a reação desta a *aproxima* ou *afasta* de tudo que lhe apresentam, ela mantém um comentário paralelo, quase inconsciente, de prazer ou desprazer, de simpatia ou aversão, não só pelos atos do professor, mas também pela matéria de que se ocupa o professor.

O PBL, como filosofia educacional, aproxima-se do construtivismo, pois considera que o conhecimento não é absoluto, mas construído a partir do conhecimento prévio e da visão do mundo de cada indivíduo. O construtivismo vai além de uma mudança metodológica e propõe discutir questões como ensino ativo, o papel da memória e a importância dos conteúdos de forma a elucidar as condições para obtenção do conhecimento, tanto pela recepção, quanto pela descoberta (SCHILLING, 1998). Nesse processo de recepção ou descoberta do conhecimento, os alunos relacionam o que estão aprendendo com o que já sabiam, formulam e testam conjecturas na resolução de problemas, indagam sobre a aplicabilidade do que estão aprendendo, aprendem novos métodos e a ser críticos sobre os limites de aplicação dos novos conhecimentos. O PBL significa uma abordagem em que a construção do conhecimento ocorre de forma mais colaborativa e com maior interação do aluno. No PBL, o professor não toma para si toda a responsabilidade do aluno gostar ou não da matéria porque no PBL o conhecimento está presente em vários recursos, está no próprio aluno e em seus pares, está no profissional da área, está no livro, está na internet e também no professor. O conhecimento deixa de ser transmitido de forma unilateral e o aluno passa a ter um papel mais ativo no processo.

Portanto, se faz premente a necessidade de mudanças nos métodos de ensino para conseguir viabilizar práticas para a assimilação do conhecimento. Este trabalho apresenta uma proposta para a utilização do referencial pedagógico da Aprendizagem Baseada em Problemas como um recurso para o ensino e a aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais

com a finalidade de refletir de maneira mais fiel o cotidiano profissional e contribuir para o processo da construção do conhecimento.

A questão da autonomia na aquisição de um conhecimento significativo e permanente e o desenvolvimento de atitudes profissionais por parte dos alunos representam a temática fundamental em torno da qual gravita esta pesquisa.

3. QUESTÕES E OBJETIVOS DA PESQUISA

O desenvolvimento de mecanismos para promover a autonomia do pensamento e a responsabilidade pela aquisição do conhecimento, desde o primeiro ano de graduação, representa uma necessidade na formação do futuro profissional. Este estudo destina-se a implantar e avaliar a estratégia PBL no contexto de ensino e aprendizagem de conteúdos computacionais e algoritmos e técnicas de programação. Assim, com a realização desta pesquisa, pretende-se responder às seguintes questões:

Como acontece a implantação da Aprendizagem Baseada em Problemas em uma disciplina de Introdução à Computação, presente em cursos de graduação da área de ciências exatas? Qual o impacto da Aprendizagem Baseada em Problemas na construção de conhecimentos relacionados à computação e na promoção de atitudes relacionadas à autonomia de aprendizagem do aluno?

Na intenção de responder às questões deste estudo, são definidos os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

Analisar a estratégia metodológica da Aprendizagem Baseada em Problemas como elemento para potencializar o ensino e aprendizagem de computação em um curso de licenciatura.

Objetivos Específicos:

- Verificar se os alunos legitimam o PBL como uma metodologia capaz de promover a aprendizagem.
- Identificar a contribuição do PBL para a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes.
- Averiguar a opinião dos alunos no que se refere à pertinência do PBL para colocá-los em contato com sua realidade profissional desde o primeiro ano de seu curso superior.
- Identificar a opinião dos alunos no que se refere à autonomia de aprendizagem no ensino superior.

4. ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS E CONTEÚDOS COMPUTACIONAIS

As constantes transformações na natureza do conhecimento, que, entre outras causas devem-se à popularização da tecnologia na sociedade, apontam para um novo caminho no uso do computador na escola: ele deixa de ser uma "máquina de ensinar" para se tornar uma mídia educacional, ou seja, um meio de promover a aprendizagem. O computador e consequentemente os conteúdos computacionais devem ser encarados como ferramentas educacionais de complementação e de possível mudança na qualidade de ensino, desenvolvendo no aluno a capacidade de procurar e selecionar informações para resolver problemas (VALENTE, 1993a, p. 5-6).

VALENTE (2002, p. 19-20) descreveu a interação entre o aprendiz e o computador como um ciclo de ações realizadas tanto pelo aprendiz quanto pelo computador, as quais auxiliam a compreensão de como o aprendiz, interagindo com o computador, passa de um nível inicial para outro mais elaborado.

Em linhas gerais, o ciclo proposto por Valente pode ser entendido da seguinte forma: ao realizar uma tarefa com o computador, o aprendiz tem em mente o resultado que o computador deverá apresentar e faz uma **descrição** de suas ideias para que a máquina as execute. Cumpre destacar que a linguagem utilizada nesta **descrição** é determinada pelo tipo de ferramenta computacional que o aprendiz está utilizando, bem como pela notação que ela ferramenta utiliza para representar as ideias de um indivíduo. Ou seja, se o aprendiz está utilizando um ambiente de programação então a **descrição** das ideias é feita em uma linguagem não coloquial, denominada linguagem de programação, porém, se o aprendiz está utilizando um ambiente de Planilha Eletrônica, a descrição das ideias é realizada mediante tabela de valores e fórmulas.

Após **descrever** sua ideia, o aprendiz espera que o resultado de sua **execução** pelo computador seja confrontado com o objetivo esperado. Assim, após o computador apresentar um resultado, o aprendiz faz uma **reflexão** sobre o que foi apresentado. Caso o resultado não coincida com o objetivo esperado, o aprendiz realiza uma **depuração** em seu raciocínio lógico, uma vez que o resultado é a descrição literal de suas ideias. Ele repensa a forma como descreveu as suas ideias e as descreve novamente para o computador, reiniciando o ciclo. A interação homem e máquina, objetivando a construção de conhecimento, é definida pelo ciclo **descrição-execução-reflexão-depuração-descrição** e pode ser vista na Figura 1 (VALENTE, 2002, p. 20-22).

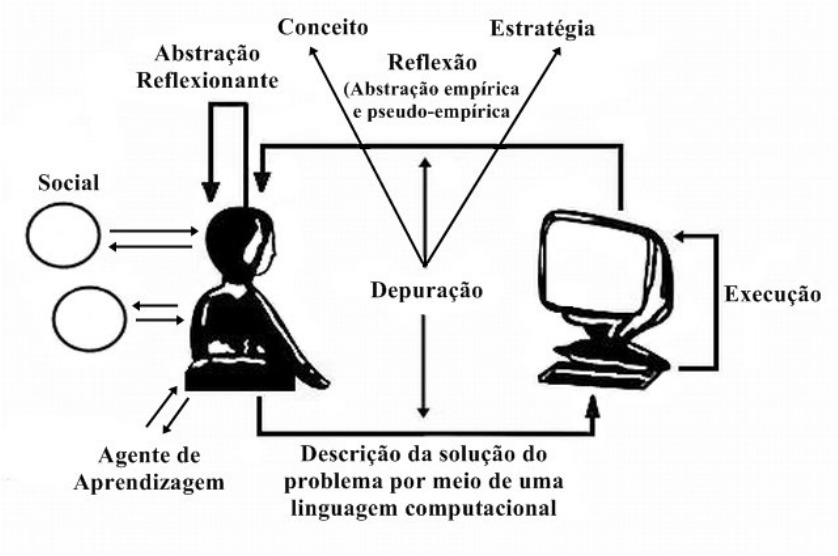


Figura 1 – Interação aprendiz-computador.
Fonte: VALENTE, 2002, p. 20-22.

Para se compreender a natureza da construção do conhecimento na interação com o computador, é importante salientar que a reflexão realizada pelo aprendiz sobre o que o computador apresentou e o que era esperado acontece em alguns níveis de abstração: abstração empírica, abstração pseudo-empírica e abstração reflexionante.

A abstração empírica é baseada na própria experiência do aprendiz, é a forma como ele reage ao observar o resultado na tela. Nesse momento, são adquiridas algumas informações sobre o objeto, tais como forma, cor e textura. A abstração pseudo-empírica constrói certa informação a partir do objeto, vai além de percepções visuais e o aprendiz deduz algum conhecimento acerca das suas ações ou do objeto apresentado. A abstração reflexionante acontece quando são destacadas algumas propriedades do objeto. Dessa forma, as informações adquiridas das abstrações empíricas e pseudo-empíricas podem ser projetadas em níveis superiores e reorganizadas a fim de produzir novos conhecimentos (VALENTE, 2002, p. 24).

Nesse âmbito, o desafio está em desenvolver estratégias de ensino e aprendizagem que confiram às tecnologias o *status* de um recurso legítimo a ser empregado na resolução de problemas, ou seja, um recurso complementar ao pensamento e à criatividade, como a escrita ou o desenho, que atuam tanto como registro do pensamento, quanto como recursos, que possibilitam o exercício do pensar sobre o pensar. Afinal, uma apropriação ativa e criativa das tecnologias, seja pelo aluno, seja pelo professor ocorrerá apenas se abarcar duas dimensões em seu uso: como ferramenta pedagógica e como objeto de estudo.

Essa ideia vem se desenvolvendo desde os anos de 1970 como *educação para as mídias,* cujos objetivos dizem respeito à formação do usuário ativo e criativo de todas as tecnologias da informação e comunicação (BELLONI, 2001, p. 10-13). A integração das tecnologias na formação de professores representa um tema de grande interesse nos estudos da área de educação, dos quais a tecnologia da informática é aquele mais presente nas teses e dissertações, que buscam identificar o sentido atribuído às tecnologias nas práticas pedagógicas (BARRETO et al., 2006, p. 34).

No entanto, o uso da tecnologia na educação parece ser legitimado por seu próprio caráter de inovação enquanto objeto. Nessa direção, há uma valorização das qualidades técnicas das tecnologias em detrimento das virtudes pedagógicas que possam oferecer (BELLONI, 2001, p. 24). Em geral, o uso das tecnologias parece focar dois atributos específicos: atratividade e interatividade. Porém parece que ambas são localizadas apenas nos materiais em si, independentemente das relações estabelecidas com eles, simplificando tais atributos e restringindo a tecnologia ao seu uso lúdico (BARRETO, 2002, p. 71). Nesse caso, há a carência de uma reflexão, por parte dos docentes, sobre suas ações no que diz respeito ao uso computador na educação e se ele proporcionará ao aluno a criação de novos esquemas mentais ou a transformação dos esquemas já existentes, levando-o assim, ao conhecimento. Neste momento, é oportuno salientar que os aparatos tecnológicos (aparelhos de TV, vídeo, computadores, Internet) por si só não implicam transformações qualitativas das práticas pedagógicas consolidadas (BARRETO, 2002, p. 73).

Os sistemas educacionais e os métodos de ensino carecem de transformações radicais, no sentido de abandonar práticas que separam a tecnologia do cotidiano, em especial, o cotidiano da futura atuação profissional do aluno. Evidentemente, é necessário estimular o aluno para o desenvolvimento de saberes específicos inerentes à tecnologia, mas também despertá-lo para o lado humanístico desses recursos, de forma que o contexto de aplicação da tecnologia, ou seja, os problemas a serem resolvidos, não sejam negligenciados pela técnica (GRINSPUN,1999, 58-59).

O problema do distanciamento entre as tecnologias e o cotidiano escolar se intensifica, sobretudo, nas licenciaturas, porque o professor, eventualmente, replica na sala de aula as estratégias que seus mestres utilizaram em sua formação, desenvolvendo um ciclo perpetuador de métodos, que não são adequados às necessidades dos alunos contemporâneos. É preciso formar professores do mesmo modo como se espera que eles atuem na escola, levando em consideração o impacto das tecnologias e identificando oportunidades de utilizá-las significativamente (MERCADO, 1999, p. 90 apud GOMES, 2002, p. 125).

Embora as disciplinas de tecnologia ofereçam uma variedade de ferramentas tecnológicas e proporcionem oportunidades para aprender e praticar habilidades técnicas, a mera exposição a tais ferramentas técnicas não significa que os futuros professores possam desenvolver competências para integrar a tecnologia às suas aulas (SO; KIM, 2009, p. 101-102). Estudos de utilização do computador na formação inicial de professores sugerem que, apesar do treinamento para o uso do computador, no que se refere aos aspectos funcionais do *hardware* e do *software*, falta-lhes ênfase no desenvolvimento da capacidade para integrar a tecnologia ao ensino (SANDHOLTZ et al., 1997, p. 81). Tal habilidade exige uma compreensão prática de como o currículo da pedagogia ou das licenciaturas se integra à tecnologia e é nesta dimensão que se apresenta o maior desafio dos programas de formação de professores (SO; KIM, 2009, p. 104). De acordo com MARTÍNEZ (2004, p. 106),

> Com efeito, espera-se que os profissionais que saiam das instituições formadoras de docentes contem com atitudes críticas, habilidades e destrezas necessárias para que lhes seja possível valorizar e avaliar a pertinência do uso de tecnologias na sala de aula.

Evidentemente a apropriação das tecnologias no contexto escolar implica concepções de educação assumidas pelo professor e pela escola. Em outras palavras, há que se ter bastante claro qual o posicionamento do professor e das instituições formadoras de docentes, ou seja, se tendem a uma formação do professor que aprende a ensinar os alunos ou a uma formação do professor que aprende a ensinar os alunos a aprenderem (GOMES, 2002, p. 125-126). Nesse sentido, NÓVOA (2001) fala sobre a necessidade de ocorrerem, na formação de docentes, situações para que os futuros professores reflitam sobre sua prática,

> (...) tem que se criar um conjunto de condições, um conjunto de regras, um conjunto de lógicas de trabalho e, em particular, e eu insisto neste ponto, criar lógicas de trabalho coletivos dentro das escolas, a partir das quais – através da reflexão, através da troca de experiências, através da partilha – seja possível dar origem a uma atitude reflexiva da parte dos professores.

Dessa maneira, o uso da tecnologia pelo professor possui estreita relação com sua capacidade de traduzir as suas reflexões em práticas pedagógicas (RIEL; BECKER, 2000, p. 32-33).

Segue uma análise do aspecto funcional e do potencial cognitivo das ferramentas computacionais que comumente fazem parte do conteúdo curricular dos cursos de licenciaturas, sobretudo, na área de Ciências Exatas. As ferramentas analisadas compõem o programa de ensino da disciplina de Computação do curso de Licenciatura em Química (ANEXO I). Convém ressaltar que a análise dos conteúdos do programa citado (ANEXO I) se

deve ao fato desta pesquisa enfocar o uso do PBL, como estratégia metodológica para o ensino e aprendizagem de conteúdos computacionais em um curso de licenciatura, sendo, desse modo, fundamental compreender a natureza de tais conteúdos.

4.1. Processadores de Texto

O processador de texto é uma ferramenta computacional largamente utilizada pelos alunos para editar seus trabalhos e pesquisas acadêmicas. Esse recurso vem sendo empregado na educação para trabalhar conteúdos voltados à língua portuguesa, como a ampliação do vocabulário dos estudantes e melhoria da linguagem oral e escrita (COX, 2003, p.58-59). Além da possibilidade de ampliar a produção de texto para uma esfera coletiva, o processador de texto favorece a correção ortográfica, permitindo aos alunos perceberem aspectos sintáticos e semânticos. Desse modo, as eventuais correções no processador tornam-se menos traumáticas do que quando feitas com lápis e papel (GOMES, 2002, p. 132; OLIVEIRA, 1997, p. 127) . Assim, o foco dado ao processador de texto na educação é na produção de textos de forma mais atrativa e prazerosa para o educando, como ressalta COX (2003, p. 57),

> (...) os recursos de edição – negrito, itálico, sublinhado, formatação de caracteres com cores e tamanhos variados, inserção de gravuras e outros – podem reforçar o prazer do educando em desenvolver trabalhos cada vez mais aprimorados.

Porém, PEREIRA (1995, p. 14 apud COX, 2003, p. 58) chama a atenção não só para o aspecto lúdico da ferramenta, mas também para o fato de os recursos de formatação disponíveis no processador de texto possibilitarem a atribuição de certo nível de significado ao conteúdo,

> Na verdade pude observar que esses recursos acabam interferindo de forma intrínseca ao texto. Palavras são destacadas, um poema ganha forma, vida (...)

Entretanto, na abordagem cognitiva, o uso do processador de texto em termos do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição proposto por VALENTE (1993b, p. 97) é bastante limitado. Assim, no que se refere a um aspecto mais amplo de reflexão sobre o próprio pensamento, o processador de texto, diferentemente das linguagens de programação ou da planilha eletrônica, apenas registra as ideias (escrita em língua materna) e fornece informações sobre ortografia e aspectos gramaticais, porém ele ainda não tem a capacidade de interpretar as ideias, ou seja, não as executa. E sem a execução das ideias não é possível refletir sobre elas com o apoio do processador de texto. A reflexão sobre as ideias ocorre

somente quando outra pessoa “executa” (lê) o texto registrado pelo processador e atribui um significado ao que foi lido. Por sua vez, o processador de texto possui a limitação de não poder executar o conteúdo e apresentar um retorno do significado do que queremos expressar. Assim, o autor do texto refletirá sobre suas ideias mediante a “execução” realizada por outro leitor e, possivelmente, irá depurar o registro de suas ideias iniciais, levando em consideração a “execução” de seu pensamento sob a perspectiva de outro (VALENTE, 1993b, p. 97-98). É importante frisar que, após a reflexão sobre o conteúdo do texto instigada pela “execução” de um leitor, o autor irá depurar suas ideias e descrevê-las novamente. É nessa descrição, após a depuração, que os inúmeros recursos de formatação de texto encontrados no processador podem potencializar um novo ciclo de “execução”. Nesse sentido, o emprego de recursos, como organização do texto, cor e tipo da fonte, negrito, sublinhado ou até mesmo a inserção de figuras objetivam que o leitor “execute” o conteúdo do texto e atribua o caráter semiótico esperado pelo autor.

Há que se considerar, todavia, que o retorno fornecido por um leitor sobre o conteúdo do texto está carregado de percepções idiossincráticas e pode não corresponder à real qualidade do texto. Nesse caso, não há um retorno fiel da ideias do autor, como na programação (VALENTE, 1993b, p. 99).

Assim, conclui-se que uma das vantagens do processador de texto é a possibilidade que o aluno tem de modificar seu texto quantas vezes quiser, sem ter que iniciar um novo documento, já que cada modificação do conteúdo é motivada pela reflexão sobre o texto e ocorre de forma mais organizada. Porém, se o aluno julgar que não é necessário reelaborar seu texto, o professor dificilmente encontrará no processador de texto um estímulo para a reflexão e para a produção de textos com melhor qualidade (OLIVEIRA, 1997, p. 126).

4.2. Planilhas Eletrônicas

Frequentemente, as pesquisas que abordam o uso das planilhas eletrônicas na educação buscam verificar sua contribuição para a qualidade do ensino e a aprendizagem de conteúdos que envolvem conceitos matemáticos (OLIVEIRA, 2007, p. 5), pois com essa ferramenta é possível observar vários conteúdos da matemática que, eventualmente, o professor teria dificuldade de demonstrar em aulas tradicionais na sala de aula (OLIVEIRA, 1997, p. 127). Nessas pesquisas, o objetivo é a investigação do uso de planilhas em conteúdos como funções do 1º e 2º Grau, visando ao desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade dos alunos (MIQUELETTI et. al, 2007, p.1) ou ainda, a investigação de planilhas

no ensino de relações, generalizações e representação gráfica em álgebra (COX, 2003, p. 45). Evidentemente, é compreensível que as disciplinas que abordam conteúdos algébricos sejam as que mais oferecem subsídios para ter uma planilha eletrônica como apoio pedagógico, uma vez que foi exatamente para esse objetivo que elas foram criadas. A planilha de cálculo eletrônica foi desenvolvida por dois alunos de um curso de Licenciatura em Contabilidade para apoiar as operações de contabilidade em seus cursos. O objetivo era eliminar a tarefa de recalcular valores quando um único valor fosse alterado. Desse modo, a ferramenta desenvolvida pelos estudantes, chamada *VisiCalc*, recalcularia automaticamente todas as operações, que utilizassem valores que fossem modificados pelo usuário (JONASSEN, 2000, p. 104-105).

No entanto, as planilhas atuais são bastante flexíveis e possibilitam seu uso para apoiar disciplinas que, aparentemente, teriam pouca integração com esse tipo de ferramenta computacional. Na disciplina de Língua Portuguesa, por exemplo, a planilha eletrônica pode ser usada para descrever o conhecimento sobre a conjugação de verbos regulares. Assim, o uso para essa finalidade é possível, porque a conjugação de verbos utiliza regras que, no caso do verbo cantar, concatena um radical (cant) com várias terminações (o, as, a, amos, ais, am) de acordo com os pronomes (MENEZES; VALLI, 1997, p. 6). Desse modo, conteúdos curriculares que se baseiam em regras, mesmo em disciplinas que não envolvam especificamente cálculos, podem ser apoiados por planilhas eletrônicas.

É importante destacar que uma planilha eletrônica é uma matriz de células (intersecção entre linhas e colunas), com colunas identificadas por letras e linhas identificadas por números. Ela possui três funções primárias: guardar, calcular e apresentar informações nas células. A informação armazenada nas células pode ser números ou texto. Da mesma forma, a célula também pode armazenar fórmulas lógicas ou matemáticas que, por ventura, manipulem o conteúdo de outras células (JONASSEN, 2000, p. 101). As Planilhas Eletrônicas proporcionam também recursos, que possibilitam o desenvolvimento de variados tipos de gráficos, a partir dos dados armazenados nas células, facilitando a análise dos resultados obtidos. Para OLIVEIRA (1997, p. 128) o diferencial das planilhas eletrônicas está no seu potencial de visualização gráfica das informações,

> Talvez seja no aproveitamento de sua parte gráfica que a planilha pode ter sua melhor contribuição no ensino, não só de matemática, mas de outras disciplinas como ciências, física, química, geografia, etc. Pois, por intermédio da visualização gráfica de um conjunto de informações, torna-se muito mais fácil para o aluno compreender estas informações.

Todavia, no que concerne ao aspecto cognitivo do uso das planilhas, sua criação e uso implicam uma série de processos mentais, que requerem da parte dos alunos a utilização de regras existentes ou a criação de novas regras para descrever relações e organizar a informação. Tais ações criam uma relação muito mais interativa entre o aluno e a ferramenta tecnológica e possibilitam ir além da interpretação dos resultados gráficos. Dessa maneira, o destaque na criação de planilhas eletrônicas está em fazer com que o aluno estabeleça relações e as descreva em termos de regras de ordem superior, ou seja, o aluno pensa de forma mais profunda para descrever as relações de causalidade, mediante o uso de uma fórmula lógica ou matemática (JONASSEN, 2000, p. 105).

A descrição de uma regra é realizada através de um critério que implica necessariamente uma condição. Desse modo, em uma regra de sentença lógica, há sempre três elementos: o critério, a descrição da opção, caso o critério seja satisfeito, e ainda a descrição da opção nos casos em que o critério não é satisfeito. A regra seria descrita pela seguinte fórmula: SE(<critério>; <descrição 1>; <descrição 2>) (MENEZES; VALLI, 1997, p. 4). Por exemplo, em uma relação de maioridade etária, a regra é definida pela seguinte fórmula lógica: SE(AnoAtual-AnoNascimento >= 18; “Maior de Idade”; “Menor de Idade”). Cumpre assinalar que os valores de AnoAtual e de AnoNascimento estão armazenados dentro de células, por exemplo, A1 e B1, respectivamente. Nesse caso, a fórmula seria escrita assim: SE(A1-B1 >= 18; “Maior de Idade”; “Menor de Idade”).

Fica claro, portanto, por que as folhas de cálculo eletrônicas são muito bem empregadas para apoiar análises de “e se...”. Por exemplo: “Em quanto tempo um veículo chegará a seu destino, SE sua aceleração aumentar 7% em vez de 5%?” ou “Qual o nível de pH de um elemento, SE em uma experiência a cor da reação química entre os elementos for vermelho em vez de azul”. O que torna as planilhas eletrônicas poderosas é sua capacidade para visualizar as relações de diferentes formas (JONASSEN, 2000, p. 121).

Desse modo, a formalização do conhecimento origina-se sempre de informações. No entanto, o conhecimento não deve ser confundido com dados informativos. Por mais primária que seja a aprendizagem, sempre envolverá o desafio de elevar dados isolados para algo mais significativo para o sujeito cognitivo (PAIS, 2005, p. 19). Nessa perspectiva, as planilhas eletrônicas são ferramentas que requerem de seus utilizadores a criação de regras. Para isso, é fundamental identificar relações e padrões no domínio que se pretende representar. Por conseguinte, os alunos transferem para o computador seu esforço cognitivo e empenham-se para a compreensão das relações existentes no domínio em que buscam representar e calcular (JONASSEN, 2000, p. 106).

Embora as planilhas eletrônicas sejam flexíveis e capazes de representar vários tipos de dados, elas revelam-se mais eficazes na resolução de problemas quantitativos. Por esse motivo, são mais úteis em Ciências Exatas que em Ciências Sociais, embora haja nas humanidades análises que possam ser quantificadas (JONASSEN, 2000, p. 122).

4.3. Linguagens de Programação

A disciplina de introdução à computação faz parte do plano curricular de muitos cursos e, geralmente, é oferecida no primeiro semestre da graduação. O conteúdo programático da disciplina está voltado para a contribuição da tecnologia nas atividades do curso de que faz parte. Consequentemente, as disciplinas introdutórias de computação diferem em complexidade segundo o curso de graduação cujo currículo compõem. Nessa direção, por exemplo, nos cursos da área de exatas, é comum a disciplina atender requisitos mais sofisticados. Além de introduzir noções de uso de computadores, ela tem por objetivo capacitar o aluno para construir algoritmos computacionais em um ambiente de programação de computadores.

Aprender a programar computadores, além da habilidade no uso das ferramentas tecnológicas empregadas nesse processo, demanda um alto poder de abstração dos fenômenos do mundo real. A atividade de programar consiste, em um primeiro momento, analisar sistematicamente o problema que será alvo de uma solução informatizada. Em seguida, a análise é convertida em uma hipótese para a solução do problema, denominada algoritmo, o qual significa a descrição literal do raciocínio lógico utilizado pelo programador na solução do problema, sendo assim, é independente de tecnologia. A ferramenta de implementação computacional desse algoritmo pode ser encarada como a concretização da solução proposta (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2000, p. 3-4).

Em linhas gerais, um algoritmo pode ser definido como uma descrição de comandos, ou instruções finitas, com a finalidade de gerar um resultado previsível e bem definido (FARRER, 1989, p. 17). As várias categorias de problemas encontrados na sociedade são solucionadas em função da capacidade do programador em apresentar soluções na forma de algoritmos, que serão reconhecidos pelo computador, mediante uma linguagem específica para escrevê-los, denominada linguagem de programação. O algoritmo será unido à tecnologia disponível para que o resultado final seja a criação do programa de computador.

Porém, em muitos casos, o aluno parte para a resolução do problema, sem ao menos ter entendido a proposta inicial do enunciado. O resultado, nesse caso, é um programa inconsistente que não atinge os objetivos propostos. Em geral, o aluno possui as técnicas de programação, ou seja, detém a teoria. Com a posse desses recursos, inicia a construção do algoritmo para a solução de um problema. No entanto, o fato de o aluno possuir os métodos não significa que ele saiba a forma de coordená-los para estruturar sua hipótese, porque, em alguns casos, até mesmo a hipótese carece de uma maior fundamentação. É comum o aluno iniciante em programação enfrentar muita dificuldade para desenvolver um algoritmo e passar a entendê-lo depois que o observa já resolvido. Isso ocorre em função do ensino estar centrado no professor e a aprendizagem do aluno acontecer de forma mecânica através da instrução docente. Dessa maneira, quando o professor resolve o algoritmo, o aluno passa a compreender os passos que culminaram na solução do problema, sempre pela perspectiva do professor. No entanto, em outra situação, o aluno, condicionado a pensar através do professor, terá dificuldades novamente em sintetizar o algoritmo a partir do problema.

Comumente, os alunos, que iniciam um curso superior, demonstram alguns costumes ou vícios de aprendizagem, tais como memorizar sem entender, tentar encontrar uma regra padronizada para solucionar todos ou alguns tipos de problemas sem que seja necessária uma análise mais aprofundada. Esses hábitos talvez funcionem a contento em algumas disciplinas, mas denotam uma imaturidade intelectual que precisa ser trabalhada. No desenvolvimento de algoritmos, esses subterfúgios são pouco eficientes, pois é necessário entender completamente o problema para propor-lhe soluções criativas (YNOGUTI, 2005, p. 684).

As disciplinas que introduzem conceitos de programação de computadores costumam ter altos índices de reprovação e evasão, dificultando, ou, até mesmo, impedindo a continuidade dos alunos no curso (RAPKIEWICZ et al., 2006, p. 1). Na maioria das vezes, o conteúdo da disciplina é apresentado com certa similaridade pelas Instituições e constam as seguintes etapas: apresentação da teoria, demonstração de exemplos e, por fim, realização de exercícios mais simples que vão evoluindo até exercícios mais complexos (RODRIGUES, 2002, p. 5). Essa visão de ensino tende a padronizar o conhecimento, porque parte do pressuposto de que todos os alunos recebem a mesma informação, aprendem da mesma forma e no mesmo ritmo. Nesse sentido, DEWEY (1971, p. 6) afirma que a padronização nos métodos educacionais cria uma situação que "(...) impede qualquer participação mais ativa dos alunos no desenvolvimento do que é ensinado". Desse modo, excetuando-se a etapa de resolução de exercícios, não há uma intervenção efetivamente ativa do aluno no processo de aprendizagem e consequentemente pouca oportunidade para torná-lo responsável pela

aquisição do seu próprio conhecimento. Mesmo na resolução de exercícios a participação dos alunos pode ser bastante tímida, tendo em vista que a apresentação de problemas distantes da realidade do aluno torna sua solução desinteressante e monótona, inibindo, por sua vez, o desenvolvimento da autonomia de raciocínio. Para que a aprendizagem se torne significativa, o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, relacionando-se de forma não arbitrária e não literal à estrutura de conhecimento do aluno. É necessário igualmente que o aprendiz demonstre disposição para a aprendizagem e relacione o material, de forma não arbitrária e substantiva, à sua estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

Os chamados empecilhos da aprendizagem ocorrem em função da falta de um método adequado para o ensino da disciplina, com o emprego de materiais que não se restrinjam apenas ao giz e ao quadro negro e de ações pedagógicas que no ensino dessa disciplina partam do abstrato para o concreto (RAPKIEWICZ et al., 2006, p. 4).

Entre as razões que impedem a aprendizagem de algoritmos e técnicas de programação está o obstáculo em fazer com que o aluno se interesse pela matéria. Ele tem grande dificuldade em encontrar aspectos relevantes na disciplina que contribuam para sua formação, em especial, aquele pouco familiarizado com recursos da informática. A falta de motivação também é desencadeada através da concepção difundida entre os alunos de que a disciplina representa um obstáculo muito difícil de ser superado. Alguns professores, por sua vez, fortalecem esse entendimento, afirmando não apenas que a disciplina é extremamente complicada, como também prometendo provas com alto índice de dificuldade. A avaliação também é um ponto bastante polêmico, pois, geralmente, o tempo disponível para sua realização é insuficiente, os tópicos avaliados são isolados e o objetivo único é a aprovação. Embora o professor possa considerar a avaliação como uma fonte de diagnóstico do desenvolvimento cognitivo do aluno, essa visão não é compartilhada pelos alunos. Na perspectiva deles, a avaliação é vista mais como um artefato de recompensa ou punição que separa os alunos de sucesso dos fracassados e menos como uma forma de desenvolver habilidades metacognitivas. Outro fator é o relacionamento entre aquele que ensina e o que aprende, o professor é visto como o detentor de todo conhecimento e os alunos se vêem como agentes passivos do processo. Os alunos esperam ser direcionados pelo professor e, nesse caso, como os mestres estão preocupados em mostrar competência, acabam desprivilegiando a empatia e criando uma distância entre si e os alunos. A falta de materiais didáticos que promovam uma aprendizagem mais significativa também contribui para um baixo rendimento dos alunos. Por fim, a forma como o professor conduz a aula é de extrema importância.

Aprender a programar computadores requer uma grande capacidade de abstração e é comum o aluno encontrar muitas dificuldades para compreender como ocorre a execução das tarefas através do computador (RODRIGUES, 2004, p. 2-5).

Em um primeiro contato do aluno com a atividade de programação de computadores, a linguagem de programação representa um grande obstáculo, porque o aluno emprega uma grande parte do tempo para aprender as minúcias da linguagem em seus aspectos sintáticos e semânticos. Entretanto, o panorama geral do que é essencial à resolução do problema, ou seja, o raciocínio lógico e a elaboração das hipóteses de solução são perdidos em um emaranhado de outros elementos. O fato de os alunos transcreverem um algoritmo e saberem exatamente o que acontece em cada etapa, não significa que possam programá-lo sem que tenham tido acesso a ele antes. Mesmo pessoas com facilidade de raciocínio lógico sentem grande dificuldade para programar individualmente até mesmo uma estrutura simples da linguagem de programação. Assim, conforme a complexidade da linguagem de programação aumenta, as ideias para a solução do problema vão se perdendo em meio aos detalhes da escrita do código. Evidentemente, as diretrizes de como escrever um comando ou uma estrutura específica de uma linguagem de programação aparecem com frequência em livros didáticos. Portanto, o problema é mais profundo e está relacionado à forma de emprego das técnicas de programação e não ao aprendizado da técnica em si. A base para o desenvolvimento do programa é muito mais complexa do que a barreira quanto à aprendizagem da linguagem que representará o algoritmo (PROULX, 2000, p. 80).

A resolução de problemas através de um algoritmo computacional representa um processo que envolve ações bastante sofisticadas, desde a abstração de conceitos intrínsecos ao problema e conceitos inerentes às técnicas de programação até a reflexão sobre o programa finalizado. Essas ações são expressas por VALENTE (1993b, p. 93) no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, em cujo processo, inicialmente, o aluno emprega toda sua estrutura de conhecimento para descrever uma solução para o problema fazendo uso de uma linguagem de programação. O computador executa a descrição e apresenta o resultado. A reflexão acontece quando o aluno confronta o resultado com o objetivo esperado. A análise mental sobre o que o computador apresentou e o que o aprendiz esperava ocorre em alguns níveis de abstração, dentre os quais a abstração reflexionante, etapa na qual o aluno pensa sobre suas ideias e ações. Caso o efeito do programa não atenda às expectativas do programador, ou deseje otimizar as instruções, é realizada a depuração e a descrição da solução é reestruturada (VALENTE, 1993b, p. 93). Nessa perspectiva, a reflexão nos remete

ao termo reflexão, como em um espelho, porque significa voltar-se para si mesmo, para o próprio pensamento, a forma de pensar é o objeto de observação.

Piaget descreveu esse processo como equilibração "majorante", porém, achou que o termo abstração reflexiva expressava melhor as reorganizações internas que envolviam conceitos (RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988, p. 52). Segundo Piaget, a abstração reflexiva engloba dois aspectos inseparáveis, o aspecto de refletir, como o reflexo de um espelho, ou seja, projetar para um plano superior aquilo que é retirado de um plano inferior. O outro aspecto é o da reflexão, ação mental de reconstruir e reorganizar em um nível superior aquilo que foi transferido do inferior (RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988, p. 56).

Assim, a aprendizagem de algoritmos computacionais tem a ver com mudanças de paradigmas conceituais desenvolvidos por toda uma vida. O desenvolvimento de um algoritmo conduz a um exercício constante de pensar sobre as próprias crenças e na forma como elas afetam as soluções adotadas. Esse processo de metapensamento, ou pensar sobre o pensar, faz parte de um esquema de assimilação, que incorpora elementos exteriores e se acomoda aos elementos que assimila, modificando o próprio esquema e promovendo a aprendizagem.

O esquema mental do aluno se modifica para acomodar um novo conceito, quando este não se enquadra aos esquemas já existentes. Por exemplo, além de "A" representar uma letra do alfabeto, em programação "A" também pode representar uma variável e armazenar valores para um dado programa (RODRIGUES, 2004, p. 7). E, nesse caso, não se trata de um conhecimento tácito que o aluno possui, mas sim de um conhecimento formalizado que se choca com um novo conhecimento, pois além de "A" ser a primeira letra do alfabeto também pode dar nome a uma variável usada em um determinado algoritmo.

Desse modo, parece ser fundamental encontrar uma estratégia de ensino e aprendizagem que seja capaz de desenvolver mecanismos para converter os conhecimentos prévios em aliados no processo de solução computacional de problemas para que o aluno seja capaz de perceber não somente o que ele conhece como também o que ele necessita conhecer, o que significa promover a autonomia da aprendizagem de tal forma que privilegie o metapensamento.

4.4. Objetos de Aprendizagem

Existe muita divergência no que se refere a uma definição específica para Objeto de Aprendizagem (OA). Assim, para evitar a criação de um novo termo, que possivelmente aumentaria ainda mais a confusão terminológica, WILEY (2001, p. 6) optou por definir Objeto de Aprendizagem como qualquer recurso digital, distribuído pela rede, que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem. Os OA podem ser classificados como recursos digitais reutilizáveis de pequeno e grande porte. Os exemplos de OA de pequeno porte incluem imagens digitais ou fotografias, dados de transmissões ao vivo (como cotações de ações), trechos de áudio ao vivo ou pré-gravados, pequenos fragmentos de texto, animações e pequenos aplicativos distribuídos na Internet, como uma calculadora química. Os OA de grande porte incluem páginas inteiras de sites que combinam texto, imagens e outras mídias ou aplicações para proporcionar experiências completas, como uma animação interativa que abarque conteúdos da química (WILEY, 2001, p. 7). Em linhas gerais, Objeto de Aprendizagem é um componente digital reusável, que pode ser um vídeo, demonstrações, tutoriais, procedimentos, histórias e, mais usualmente, simulações e animações. Não servem simplesmente para reproduzir ambientes, mas também, para potencializar o desenvolvimento cognitivo das pessoas (SHEPHERD, 2000).

No processo de aprendizagem, seja por recepção direta ou por descoberta, os alunos relacionam o que estão aprendendo com o que já sabiam, formulam e testam conjecturas na resolução de problemas, indagam sobre a aplicabilidade do que estão aprendendo, aprendem novos métodos e aprendem a ser críticos sobre os limites de aplicação dos novos conhecimentos. Nessas circunstâncias, os Objetos de Aprendizagem, quando selecionados de forma criteriosa, podem ajudar em cada uma dessas ações. Existem objetos de aprendizagem muito bons para motivar ou contextualizar um novo assunto, outros ótimos para visualizar conceitos complexos, alguns que induzem o aluno a estabelecer relações e outros ideais para uma aplicação inteligente do que os alunos estão aprendendo (NUNES, 2004).

Os Objetos de Aprendizagem são ambientes baseados em tecnologias flexíveis, possuem um caráter dinâmico e são altamente atrativos. Esses sistemas têm grande potencial para aproveitar a natureza do processo de aprendizagem humana, assim como permitir que os alunos associem o conteúdo instrucional do OA com seu conhecimento prévio e suas experiências individuais (BANNAN-RITLAND et al., 2000, p. 2). Sobre o caráter significativo dos Objetos de Aprendizagem, TAVARES (2008, p. 101) afirma que,

> Podemos considerar uma animação interativa construída a partir de um modelo acadêmico como uma etapa intermediária entre o que o aluno conhece sobre determinado tema e o conhecimento final que ele pretende alcançar. Ele funcionará como um andaime cognitivo na medida em que propicia uma etapa intermediária para que o aprendiz possa alcançar o seu objetivo de aprendizagem.

No que se refere à abordagem pedagógica, a maioria dos Objetos de Aprendizagem segue uma linha instrucionista e apresenta objetivos claros, conteúdo compartimentalizado e atividades instrucionais sequenciadas cuidadosamente, criadas pelo instrutor ou desenvolvedor (BANNAN-RITLAND et al., 2000, p. 11-12). Objetos de Aprendizagem baseados em abordagem teórica totalmente construtivista ainda são pouco desenvolvidos.

Essa abordagem expressa que a aprendizagem é metacognitiva por natureza, ou seja, há um exercício constante de pensar sobre o pensar, o que significa revisar ou criar esquemas de conhecimento para dar conta de uma nova situação, tarefa ou conteúdo de aprendizagem (SOLÉ, 2006, p. 31).

O fato de colocar o poder dos recursos digitais nas mãos do aluno pode revelar o verdadeiro potencial dessa tecnologia para a aprendizagem, pois não é o computador que deve fazer o diagnóstico, estabelecer os objetivos e planejar um modo de resolver um determinado problema, essas são tarefas do aluno. O ambiente de computador não deve fornecer o conhecimento e inteligência para guiar o aluno. Ao contrário, ele deve fornecer-lhe uma estrutura facilitada e ferramentas que lhe permitam usar o máximo da sua própria inteligência e conhecimento (BANNAN-RITLAND et al., 2000, p. 38).

Nos casos em que o recurso digital permite um maior grau de intervenção do aluno, o computador passa a ser usado mais como ferramenta para apoiar o raciocínio do que como máquina de ensinar. Porém, as simulações proporcionadas pelos recursos digitais devem ser encaradas como um complemento das apresentações formais, leituras e discussões em sala de aula, pois de outra forma o aluno pode formar uma visão distorcida do mundo. Assim, é fundamental a criação de condições para que o aluno faça a transição entre a simulação e o mundo real (VALENTE, 1993a, p. 9-10). Esta transição sugere uma mediação do professor consciente dos elementos que compõe o processo de aprendizagem apoiado pelo computador, ou seja, há que se compreender a forma como o aluno constrói o conhecimento, o conteúdo do aprendizado e a natureza do recurso digital empregado nesse processo.

No âmbito da compreensão da natureza dos recursos digitais, os professores demonstram bastante motivação no uso de ferramentas para autoria do AO. Todavia, a criação de Objetos de Aprendizagem implica a necessidade de uma cultura de informática básica como competência prévia para esses professores. Vale ressaltar que a utilização de

ferramentas mais ou menos sofisticadas para a produção de OA está intimamente ligada com o tempo disponível para capacitação e com a motivação dos professores para aprender a utilizar ferramentas de desenvolvimento (TAROUCO et al**.,** 2006, p**.** 9). Por essa razão, pela necessidade de conhecimentos específicos, o foco dado pelos professores aos OA destina-se mais ao seu uso pedagógico do que ao seu desenvolvimento (FERNANDES et al., 2008, p. 129).

Partindo desse contexto, ABREU et al. (2006, p. 336) chamam a atenção para a importância da integração entre a equipe tecnológica de desenvolvimento do OA com a área do conhecimento para a qual esse OA será disponibilizado. A relação do analista (equipe técnica) e usuário (equipe pedagógica) deve visar a uma construção coletiva, não apenas do OA, mas da própria capacidade do grupo trabalhar de forma interdisciplinar (ABREU et al., 2006, p. 343).

Cumpre destacar que o uso dos recursos digitais nos processos educacionais exige um esforço especial e constante dos profissionais envolvidos, a fim de transformar a simples utilização do computador numa abordagem que efetivamente favoreça a aprendizagem do aluno. Para tanto, há que se investigar se um tempo maior de utilização dos recursos digitais pelos professores irá favorecer sua prática docente ou se outras estratégias precisam ser adotadas (FERNANDES et al., 2008, p. 134).

Nesse sentido, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) representa uma estratégia inovadora para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais. O PBL, por romper com paradigmas do ensino tradicional e fazer do aluno protagonista na aquisição do conhecimento, torna-se um objeto digno de estudos e testes que comprovem sua real eficácia, pois oferece elementos para refletir acerca das principais questões levantadas neste capítulo. O uso dessa metodologia possibilita ao professor propor situações que desafiem os alunos para busca de técnicas para soluções de problemas contemplando o conteúdo programático da disciplina e estimulando a autonomia de raciocínio e incutindo no aluno a responsabilidade pela aquisição do próprio conhecimento.

Assim, para melhor compreensão de como o PBL pode potencializar o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais em um curso de licenciatura, o capítulo seguinte aborda o PBL em uma perspectiva bastante particular voltada ao objetivo deste estudo.

5. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL – *PROBLEM-BASED LEARNING*)

Embora alguns professores façam uso da discussão como estratégia pedagógica, a aula expositiva ainda representa a forma mais utilizada na atuação docente e outros recursos pedagógicos parecem ser pouco aproveitados. Dessa forma, embora pouco difundida, a Aprendizagem Baseada em Problemas surge como uma promessa de revitalização dos métodos de ensino e aprendizagem.

A aprendizagem Baseada em Problemas representa uma estratégia em que os alunos trabalham com o objetivo de resolver um problema. É uma metodologia centrada no aluno, que deixa de ser o receptor passivo do conhecimento e passa a ser o agente principal responsável por seu aprendizado. A atuação do professor não segue as linhas do ensino instrucional, já que sua função é a de facilitador na construção do conhecimento e não de centralizador do saber (GIL, 2008, p. 175-176). Instigar os alunos a construírem o próprio conhecimento não é tarefa fácil. Ela exige do professor a elaboração de estratégias para a apresentação dos problemas que serão o ponto de partida do aprendizado. O aluno também passa por mudanças profundas em sua postura como aprendiz, pois se vê diante da ruptura de um paradigma que vigora desde os seus primeiros anos na escola. Agora ele é o agente ativo da construção do conhecimento e não mais o receptor.

Em contrapartida, o aprendiz adquire uma autonomia constante de aprendizado que se aproxima bastante do modo como um aluno de pós-graduação conduz sua aquisição de conhecimento. Na Aprendizagem Baseada em Problemas, o estudante passa a enxergar os conteúdos do aprendizado com os próprios olhos e não através dos olhos de outra pessoa, o que confere, assim, um significado idiossincrático ao conteúdo do aprendizado. Embora o significado seja atribuído pelo aluno segundo sua percepção, o professor desempenha o papel de mediador e se certifica que o significado atribuído pelo aluno seja o aceito formalmente.

5.1. Características da Aprendizagem Baseada em Problemas

O processo do PBL começa com a apresentação de um problema aos alunos, sem qualquer instrução prévia acerca de informações relacionadas à sua solução. A finalidade do problema é fazer com que o aluno estude determinados conteúdos. Assim, os alunos trabalham em pequenos grupos para analisar o problema e determinar quais questões se apresentam e quais informações são necessárias para solucioná-lo. Uma vez que as questões

de aprendizagem são identificadas, os estudantes realizam um estudo autônomo antes de retornar ao grupo para compartilhar suas descobertas e aplicá-las na resolução do problema (MAMEDE, 2001, p. 29-30). A fase final envolve a atividade reflexiva no sentido dos alunos avaliarem a si próprios, como também seus pares no que se refere à construção de conhecimentos e aquisição de habilidades (RIBEIRO, 2008, p. 28-29).

Há inúmeras maneiras pelas quais a Aprendizagem Baseada em Problemas pode ser realizada. Um aspecto muito popular para a sistematização do PBL é o referencial dos "sete passos" proposto pela Universidade de Maastricht desde sua criação nos 70 (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009, p.84), o "Referencial de Maastricht" propõe que, ao receber a situação problema, o grupo busque solucioná-la seguindo sete etapas:

1. Leitura da situação problema e esclarecimento de termos desconhecidos;
2. Identificação do problema proposto pelo enunciado;
3. Discussão do problema e formulação de hipóteses para resolvê-lo;
4. Resumo das hipóteses;
5. Formulação dos objetivos de aprendizagem. Com base nos conhecimentos prévios são identificados os assuntos que devem ser estudados para a resolução do problema;
6. Estudo autônomo dos assuntos levantados no passo anterior;
7. Retorno ao grupo tutorial para discutir novamente o problema à luz dos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo autônomo (BERBEL, 1998, p. 145-147).

Segundo BERBEL (1998, p. 146), os sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas compreendem duas fases: Na primeira, a discussão é focada na identificação do problema, elaboração de hipóteses de solução e identificação de assuntos relevantes para a solução dos problemas. Na segunda, os conhecimentos prévios são confrontados com os conhecimentos científicos que o aluno busca de forma autônoma, em cujo processo é realizado um exercício de pensar sobre o pensar. De volta ao grupo tutorial, o problema é discutido novamente e as informações são integradas para resolver o problema. No entanto, mesmo com o problema resolvido não há a pretensão de que o tema esteja esgotado.

Uma definição operacional da Aprendizagem Baseada em Problemas também é apresentada por BARRETT (2005, p. 56) que, além de descrever seis passos para a aplicação do PBL, lembra que uma das características definidoras do uso de problemas na Aprendizagem Baseada em Problemas é que os estudantes são deliberadamente apresentados ao problema no início do processo de aprendizagem.

Em metodologias problematizadoras, é comum estruturar o desenvolvimento das atividades de resolução de problemas em uma sequência de passos ou etapas que devem ser realizadas com o objetivo de articular a experiência com a teoria. Por exemplo, nos anos 70, Charles Maguerez, com o propósito de motivar trabalhadores rurais resistentes às inovações técnicas, desenvolveu um método de aprendizagem que também compreendia etapas, porém, sistematizadas na forma de um arco. Coube a Juan Diaz Bordenave aplicar o "Método do Arco" no ensino superior (DECKER; BOUHUIJS, 2009, p. 180-181). Segundo BORDENAVE (2005, p. 2), o referencial para o desenvolvimento das ações em uma metodologia problematizadora é descrito por um arco, como pode ser observado na Figura 2, no qual constam cinco etapas: observação do problema, identificação dos fatores mais importantes acerca do problema, estudo das causas do problema, desenvolvimento de hipóteses de solução e, por fim, ações para resolver o problema.

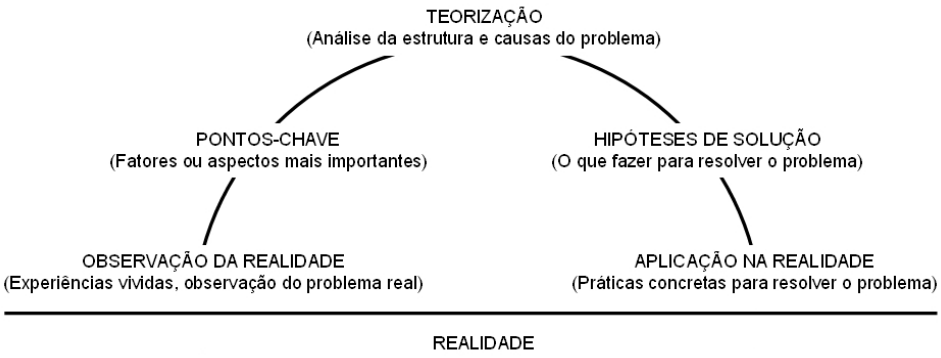


Figura 2 – Método do Arco.
Fonte: (BORDENAVE, 2005, p. 2).

MILLS (2010) propõe um modo alternativo de abordar os sete passos do PBL. Sua proposta consiste em cinco estágios, que devem ser concluídos cada um em um tempo determinado. Porém, o autor deixa claro que o tutor do processo pode ajustar o tempo de cada estágio segundo suas necessidades. Desse modo, após a entrega da situação-problema aos alunos, Mills recomenda os seguintes estágios para o desenvolvimento do PBL:

Estágio 1: Definição (10 min)

- ✓ O grupo deve apontar um líder e um redator. Primeiras discussões sobre a situação-problema fornecida pelo tutor.
- ✓ Que sentido que o grupo dá à situação-problema?
- ✓ Quais os problemas que deverão ser pesquisados? Enumerá-los.

Estágio 2: Análise (30 min)

- ✓ *Brainstorm*[2] – Discussão acerca dos problemas que deverão ser pesquisados.
- ✓ Quais explicações ou interpretações há no grupo sobre esses problemas?
- ✓ Qual explicação/interpretação parece mais pertinente e por quê?

Estágio 3: Objetivos da Pesquisa (15 Min)

- ✓ Formulação do problema-chave para a pesquisa / hipótese para a investigação.
- ✓ Qual o maior conhecimento que o grupo precisa adquirir neste problema?
- ✓ Definição e divisão de três tarefas específicas para serem concluídas.
- ✓ Definição de como o grupo trabalhará junto durante a semana. E-mail de contato, por exemplo.

Estágio 4: Investigação (Tempo para o estudo autônomo, por exemplo, três horas)

- ✓ Aquisição do conhecimento relacionado ao problema.
- ✓ Pesquisas individuais ou em grupo ao longo da semana, limitado a 3 horas.
- ✓ Término do trabalho - preparação de um material bibliográfico.

Estágio 5: Síntese (Em uma segunda sessão, geralmente de 1 a 2 horas)

- ✓ Revisão, no grupo, dos novos conhecimentos adquiridos.
- ✓ Os conhecimentos adquiridos ajudaram a compreensão do problema?
- ✓ Resposta definitiva do grupo para a situação-problema.
- ✓ Reflexões sobre o processo de aprendizagem.

Embora o PBL seja frequentemente associado aos sete passos anteriormente descritos (MAMEDE, 2001, p. 36), cabe ressaltar que são passos norteadores e não devem ser encarados como um modelo rígido a ser seguido. Por exemplo, o passo 1 pode se precedido pela etapa de escolha, pelos próprios membros do grupo, dos papéis de líder (responsável por conduzir as discussões no grupo), redator (responsável por registrar o processo de resolução do problema), porta-voz (responsável por explicitar as ideias do grupo) e membros participantes. Assim, há que se ter o bom senso de não tomar como padrão uma quantidade específica de passos na solução de problemas, além disso, passos desenvolvidos com mais ou menos detalhamento, muitas vezes, dependem dos diferentes graus de complexidade dos termos envolvidos (KLAUSMEIER; GOODWIN, 1977, p.349). Sejam quantos e quais forem os momentos desenvolvidos para a solução de problemas, eles devem, essencialmente, proporcionar uma verdadeira experiência reflexiva como fonte de todo processo de

[2] *Brainstorm* é um termo inglês que significa "chuva de ideias". No processo PBL, *Brainstorm* se refere ao momento em que os problemas são discutidos pelo grupo, bem como ao processo de elaboração do maior número de ideias para solucioná-los.

aprendizagem (PENAFORTE, 2001, p. 62). Para DEWEY (1959b, p. 164) a experiência reflexiva compreende:

> 1) perplexidade, confusão e dúvida, devidas ao fato de que a pessoa está envolvida em uma situação incompleta cujo caráter não ficou plenamente determinado ainda; 2) uma previsão conjetural – uma tentativa de interpretação dos elementos dados, atribuindo-lhes uma tendência para produzir certas conseqüências; 3) um cuidadoso exame (observação, inspeção, exploração, análise) de todas as considerações possíveis que definam e esclareçam o problema a resolver; 4) a conseqüente elaboração de uma tentativa de hipótese para torná-lo mais preciso e mais coerente, harmonizando-se com uma série maior de circunstâncias; 5) tomar como base a hipótese concebida, para o plano de ação aplicável ao existente estado de coisas; fazer alguma coisa para produzir o resultado previsto e por esse modo por em prova a hipótese.

É interessante notar que tanto os sete passos do PBL quanto o Método do Arco estão em concordância com a teoria de Dewey acerca das fases em que a experiência se desdobra.

Convém ressaltar que, ainda que existam distinções acerca dos passos ou etapas para a realização do PBL, ele é descrito como uma estratégia de ensino e aprendizagem que possui cinco características fundamentais:

1. O ponto de partida para a aprendizagem é um problema.

2. O contexto do problema faz referência a uma situação que os alunos poderão enfrentar como futuros profissionais.

3. O conhecimento que os alunos devem adquirir durante a sua formação profissional é organizado em torno de problemas em vez de disciplinas.

4. Os alunos, individual e coletivamente, assumem uma maior responsabilidade na sua própria instrução e aprendizagem.

5. A maior parte do aprendizado ocorre no contexto de pequenos grupos, em vez de aulas expositivas (BRIDGES, 1992, p. 5-6).

Todo esse processo é realizado sem a exposição prévia dos conteúdos pelo professor, diferentemente do método convencional em que o professor expõe a teoria, muitas vezes descontextualizada, e solicita do aluno um vínculo dessa teoria com a realidade. No PBL, ao contrário, a "realidade", ou seja, a situação problema, é exposta primeiro para que o aluno investigue a teoria e desenvolva conhecimentos e atitudes com objetivo de resolvê-la.

É conveniente ressaltar que, exceto pela característica de número três, definidora do PBL curricular, as outras características propostas por BRIDGES (1992, p. 5-6) norteiam as várias modalidades do PBL, inclusive o PBL parcial. Um maior detalhamento acerca da taxonomia do PBL será descrito no próximo capítulo.

5.1.1. Variedades na Abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas

Em um estudo sobre a taxonomia do PBL, Howard Barrows (1986 apud RIBEIRO, 2008, p. 19-21; UDEN; BEAUMONT, 2006, p. 37-38) concluiu que a Aprendizagem Baseada em Problemas é um gênero do qual podemos obter várias classificações. A taxonomia do PBL proposta por Barrows está definida pelas seguintes abordagens:

- Casos Baseados em Aulas Expositivas: as informações são apresentadas aos alunos mediante aulas expositivas e, posteriormente, são utilizados casos para demonstrar a informação apresentada.
- Aulas Expositivas Baseadas em Casos: um caso de estudo ou uma vinheta é apresentada aos alunos antes de uma aula expositiva que abordará os temas relevantes do caso apresentado.
- Estudo de Casos: uma turma de alunos recebe um estudo de caso completo (organizado e sintetizado) que deverá ser investigado para ser discutido em sala de aula com o auxílio do professor. Geralmente, a investigação é realizada mediante conhecimentos adquiridos em aulas anteriores.
- Estudo de Casos Modificado: semelhante ao modelo anterior, porém o Estudo de Caso Modificado é desenvolvido em grupos menores.
- Aprendizagem Baseada em Problemas: antes de a teoria ser exposta, os alunos se organizam em pequenos grupos e um problema autêntico lhes é apresentado. Os grupos exploram o problema e levantam hipóteses de resolução, há um tutor que desempenha o papel de facilitador e ativa o conhecimento prévio dos alunos – que pode ser útil ou desnecessário para a resolução do problema.
- Aprendizagem Baseada em Problemas Reiterativa: semelhante ao modelo anterior, porém, após o término das atividades de resolução de um problema, os alunos realizam uma avaliação dos recursos e fontes de informação e, caso julguem necessário, repetem o processo de resolução do problema com o objetivo de aprofundar os conceitos e teorias.

Com o intuito de analisar o potencial educacional das abordagens do PBL, Barrows definiu alguns critérios para sua análise mediante objetivos educacionais que se espera que os alunos desenvolvam (TOOTELL; MCGEORGE, 1998). O Quadro 1 mostra os objetivos educacionais elencados por Barrows e a justificativa para a escolha de cada um.

Sigla	Objetivo Educacional	Justificativa para escolha do objetivo
(ECR)	Estruturação do conhecimento para utilização em contextos reais	A educação é mais eficaz quando realizada em um contexto de situações futuras autênticas.
(DRD)	Desenvolvimento de um processo de raciocínio diagnóstico	Competências para resolução de problemas, incluindo geração de hipóteses, pesquisa, análise dos dados, síntese do problema e tomada de decisão. Deve ser desenvolvido em associação com a aquisição de conhecimentos.
(DHA)	Desenvolvimento de habilidades eficazes de autoaprendizagem	Permite ao estudante localizar e usar adequadamente as fontes de informação e tornar-se sensível às necessidades de aprendizagem pessoal.
(MOT)	Maior motivação para a aprendizagem	A percepção da relevância do trabalho e o desafio de resolver os problemas fornecem uma forte motivação para a aprendizagem.

Quadro 1 – Objetivos educacionais possíveis com o PBL.

Fonte: (Barrows, 1986, apud TOOTELL; MCGEORGE, 1998).

A intenção de Barrows foi identificar o grau em que os objetivos educacionais são contemplados na execução das diferentes abordagens referidas como PBL. O Quadro 2 sintetiza as abordagens em relação a esses objetivos.

Abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas	Objetivo Educacional			
	ECR	DRD	DHA	MOT
Casos Baseados em Aulas Expositivas	1	1	0	1
Aulas Expositivas Baseadas em Casos	2	2	0	2
Estudo de Casos	3	3	3	4
Estudo de Casos Modificado	4	3	3	5
Aprendizagem Baseada em Problemas	4	4	4	5
Aprendizagem Baseada em Problemas Reiterativa	5	5	5	5

Quadro 2 – Potencial educacional de abordagens referidas como PBL.

Fonte: (Barrows, 1986, apud TOOTELL; MCGEORGE, 1998).

Convém salientar que, no Quadro 2, o grau em que cada objetivo é contemplado pela abordagem é estimado por um placar de 0 a 5, em que o 0 indica que o objetivo educacional não é contemplado pela abordagem e 5, que ele é plenamente contemplado pela abordagem.

Porém, as pontuações são usadas apenas para indicar a comparação de cada abordagem em relação a cada objetivo educacional (TOOTELL; MCGEORGE, 1998).

Há ainda a modalidade de PBL referida como Aprendizagem Baseada em Problemas e Organizada em Projetos, em que cada situação problema é organizada em torno de um projeto que contemple os conteúdos programáticos da disciplina na qual esse tipo de abordagem é utilizada. DELISLE (2000, p. 43) recorre a outra nomenclatura para definir o projeto usado no PBL, que, para ele, pode ser descrito como um "produto" ou desempenho do aluno. O estudioso legitima a inserção de um produto no processo PBL da seguinte maneira,

> O produto dá um certo sentido de utilidade a toda a tarefa do PBL. Os alunos avançam no processo e pesquisam sobre as respectivas questões para terem material a apresentar no produto final. Também o professor pode avaliar o sucesso do aluno relativamente aos resultados da aprendizagem.

Assim, podemos perceber que a Aprendizagem Baseada em Problemas abrange diferentes enfoques, tendo em vista que ela pode se referir tanto a estratégias didáticas voltadas à resolução de problemas, quanto ao processo que combina a resolução de problemas por meio do trabalho com projetos. Em 1974, ano de sua fundação, a Universidade de Aalborg implantou um modelo didático baseado simultaneamente em projetos e em problemas para garantir a conversação entre a teoria acadêmica e a prática profissional (ENEMARK; KJAERSDAM, 2009, p. 17). A combinação do PBL com a realização de projetos fez com que a Universidade de Aalborg adicionasse à sigla PBL o termo "organizada em projetos", criando, desse modo, a sigla POPBL / PBL (*Project Organized and Problem Based Learning*). Portanto, criou-se mais uma terminologia na taxonomia do PBL, a Aprendizagem Baseada em Problemas e Organizada em Projetos, cujo objetivo educacional é usar os problemas e os projetos para privilegiar a reflexão sobre as questões da sociedade que incidem sobre os conhecimentos técnicos, bem como sobre as habilidades e atitudes pessoais (MOESBY, 2004, p. 1). Para ARAÚJO et al. (2009, p. 2366), a articulação entre os pressupostos da Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos mediante a utilização de situações-problema (cenários), estão em concordância com as demandas do mundo contemporâneo, pois

> Enfrentar problemas interdisciplinares contextualizados na vida cotidiana e profissional, e de forma coletiva, abre caminhos inovadores para a forma com que a Universidade trata a produção de conhecimentos e a aprendizagem de seus alunos.

Nessa mesma perspectiva de proporcionar aos estudantes a aquisição de conhecimento de maneira ativa e significativa, a Faculdade de Economia e Administração de Empresas da Universidade de Maastricht (FEeAE) implantou o PBL desde sua fundação, mas no caso da FEeAE o "P" da sigla PBL refere-se tanto a problemas, quanto a projetos como forma de aprendizagem ativa, ou seja, é uma aprendizagem baseada em problemas mediante o referencial dos "sete passos" combinada com o trabalho por projetos (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009, p. 96). No que concerne à terminologia, a Universidade de Maastricht optou por manter a sigla PBL para designar simultaneamente problemas e projetos envolvidos na metodologia em detrimento de qualquer outra sigla que modificasse a original. O que parece ser uma decisão bastante acertada, visto que o PBL está intimamente ligado a uma nova concepção de educação. Dessa maneira, a variedade de terminologias ou siglas poderia ocultar a filosofia educacional já enraizada na sigla PBL.

No que se refere ao formato de implantação do PBL, embora a metodologia tenha sido concebida originalmente como uma proposta curricular, existe uma variedade de modelos em sua implantação. O PBL pode ser implantado em um núcleo central do currículo no qual problemas são resolvidos e outras disciplinas dão suporte a esse núcleo central, inclusive com aulas expositivas. Nesse caso, a nomenclatura passa a ser "PBL Híbrido". Há também o formato conhecido como "PBL Parcial", quando é implantado em uma ou mais disciplinas de um currículo tradicional. O PBL pode ser utilizado também em momentos específicos de aulas expositivas, o qual recebe a denominação de "PBL Pontual", esse formato é empregado quando há a necessidade de integrar conhecimentos ou aprofundar determinados conteúdos (RIBEIRO, 2008, p. 21-22).

Embora a taxonomia de Barrows demonstre a natureza multifacetada da Aprendizagem Baseada em Problemas no que diz respeito aos objetivos educacionais que se deseja alcançar, estudiosos do PBL como LuAnn Wilkerson, Michael Ravitch e, até mesmo o próprio Howard Barrows, defenderam uma versão do "PBL puro". Em discussões por e-mail, Wilkerson, Ravitch e Barrows concluíram que, o "PBL puro" deve ser ativo, orientado para adultos, centrado em um problema, centrado nos alunos, colaborativo, integrado, interdisciplinar e deve ser desenvolvido em pequenos grupos, de cinco a dez alunos, trabalhando em um contexto autêntico. Além disso, segundo seus "criadores", qualquer programa que utilize o PBL em uma única disciplina não pode ser considerado como "PBL puro" (CAMP, 1996, p. 4). MAMEDE (2001, p. 32) também defende uma versão "pura" do PBL ao afirmar que essa estratégia não pode ser usada em disciplinas isoladas, visto que,

segundo ela, não é um método, uma técnica, é uma filosofia educacional, cujos princípios devem se refletir na organização do currículo.

Evidentemente, há alguns atributos definidores de uma metodologia como o PBL, seja qual for a abordagem selecionada. Contudo, classificar as abordagens PBL com termos emotivos como "puro" ou "impuro", segundo uma visão elitista, vai contra a própria natureza de inovação do PBL, que representa um dos mais fortes motivadores para a mudança nos métodos de ensino (CHEN, 2000, p. 2). Tomar o PBL como um padrão "puro" para generalização pode criar um novo paradigma de uniformidade, como é o ensino convencional. Possivelmente, tal paradigma ignorará a razão pela qual a maioria dos praticantes adota alguma abordagem de PBL, ou seja, a melhoria da qualidade da aprendizagem dos alunos.

5.2. Fundamentos Teóricos da Aprendizagem Baseada em Problemas

A Aprendizagem Baseada em Problemas tem sua gênese no final dos anos 60, quando um grupo de inovadores da Universidade de McMaster em Hamilton, Canadá, insatisfeito com o ensino tradicional, resolve realizar uma reforma na educação médica e propõe um currículo baseado no estudo de problemas. Nascia, dessa forma, o *Problem-Based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Problemas. No entanto, a ideia de utilizar problemas da vida real como parte da aprendizagem já havia sido usada nos anos 30 na Harvard Business School, porém com uma abordagem diferente da utilizada em McMaster. Assim, a história do PBL começou com uma experiência rudimentar na Harvard Business School, foi reformulada na escola médica de McMaster e disseminou-se para outras Universidades, como a Universidade de Maastricht na Holanda, onde a prática do PBL adquiriu o alicerce que sustenta sua doutrina (PENAFORTE, 2001, p. 52:53).

No entanto, Thomas Corts, presidente da Universidade Samford encara o PBL como "um estilo de aprendizagem recentemente recuperado". Segundo Corts, as raízes intelectuais do PBL remontam à antiguidade. Para ele, o PBL abarca a abordagem dialética de pergunta-e-resposta associada a Sócrates e também a dialética hegeliana de tese-antitese-síntese (RHEM, 1998, p. 2).

Embora conte com mais de 30 anos de utilização bem-sucedida, o PBL é alvo de críticas por não ter uma base científica, uma vez que seus idealizadores não se basearam em nenhum teórico para fundamentar o método. Contudo, os princípios que formam a base do

PBL possuem muita semelhança com as teorias de Ausubel, Piaget, Bruner, Dewey, entre outros (RIBEIRO, 2008, p. 16).

A importância dos conhecimentos prévios para resolução de um problema no PBL vai ao encontro da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O conhecimento prévio de um indivíduo é denominado por Ausubel como conceito subsunçor ou, apenas, subsunçor. De acordo com esse estudioso, a nova informação ancora-se nos subsunçores da estrutura cognitiva do aprendiz, assim, os subsunçores desempenham um papel de esteio ou âncora na assimilação da nova informação. Porém, os subsunçores (conhecimentos prévios) devem se relacionar com a nova informação de maneira substantiva e não-arbitrária. Nessa direção, significa um processo que depende principalmente das ideias relevantes que o sujeito já possui, e não de conhecimentos prévios irrelevantes ou de concepções alternativas (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 17). Assim, o conhecimento é construído a partir do relacionamento não literal e não arbitrário da nova informação com os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, nesse processo a estrutura cognitiva parte de um nível para outro. É importante enfatizar que a aprendizagem significativa não é apenas uma ligação simples entre os conceitos preexistentes e a nova informação. Pelo contrário, isso acontece na aprendizagem automática, na qual se estabelecem elos arbitrários e não substantivos com a estrutura cognitiva preexistente. O processo de aquisição da informação na aprendizagem significativa causa uma modificação, tanto na nova informação quanto na estrutura cognitiva, com a qual a nova informação estabelece relação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 48). Convém salientar que como a teoria cognitiva de Ausubel "é uma teoria de aprendizagem em sala de aula", ou seja, enfoca a aprendizagem de conceitos presentes na escola, o sentido de subsunçor a que ele se refere está relacionado aos conhecimentos escolares, sejam eles descritivo, explicativo, de processo ou normativo (MOREIRA, 1997, p. 35; TEIXEIRA, 2006, p. 75).

No PBL, a fase de estudo autônomo é responsável por complementar e aperfeiçoar o conhecimento prévio, estabelecendo ligações com a teoria da equilibração proposta por Piaget, segundo a qual, os esquemas já existentes na estrutura cognitiva de um indivíduo se modificam quando uma nova informação não se encaixa neles ou ainda são criados novos esquemas. Em decorrência, o esquema de assimilação incorpora elementos exteriores e se acomoda às situações de desequilíbrio impostas pelo meio modificando o próprio esquema (RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988, p. 52). O equilíbrio entre assimilação e acomodação é necessário para garantir uma eficiente interação do indivíduo com o meio e ocorre mediante

mecanismos de autoregulação interna do organismo, que se constitui na busca sucessiva de equilíbrio, depois de cada desequilíbrio sofrido.

A autoregulação, também chamada de equilibração, é o processo básico de adaptação humana, na qual os indivíduos procuram um equilíbrio entre o ambiente e as suas próprias estruturas de pensamento. A mente sempre busca encontrar um equilíbrio entre assimilação e acomodação, ou seja, assimilar uma informação na base de conhecimento existente e modificar as informações existentes para acomodar novas informações. Na teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget, a aprendizagem é dependente de uma reorganização progressiva das funções cognitivas. "Ensinar", disse Piaget, "Não é reformular o comportamento, mas proporcionar aos estudantes um ambiente adequado para eles explorarem a si próprios". Esse ambiente pode ser proporcionado por experiências autodirigidas, estimulantes e motivadoras (QAYUMI, 2001, p. 64). Assim, a inteligência é um processo de adaptação ao meio e todas as espécies têm a possibilidade de realizar esse processo. Imaginemos que uma planta, natural de um ambiente quente, seja levada para viver em um ambiente frio. Tempos depois, percebe-se que a planta não morreu, mas diminuiu e engrossou suas folhas para reduzir o frio e se adaptar ao meio. Quem realizou a mudança na planta? O ambiente? Não! Quem realizou a mudança foi a própria planta, ela se autoregulou e o ambiente apenas constituiu o contexto para a mudança. Experiências com vegetais, como a relatada acima, foram descritas por Piaget em sua obra *Biologia e Conhecimento* de 1967, para ilustrar a autoregulação das espécies no âmbito das suas interações com o exterior, que nos seres humanos ocorre de forma muito mais sofisticada (PIAGET, 1973, p. 232).

Bruner enfatiza a ideia da autonomia do aprendizado proposta no PBL ao afirmar que o aprendiz é um agente ativo no processo de aprendizagem, pois seleciona e transforma o conhecimento recebido, constrói hipóteses e faz descobertas pessoais que podem ser generalizadas para diferentes situações (GIL, 2008, p. 177). Essa proposta educacional de Bruner é chamada de Aprendizagem por Descoberta (*Learning by Discovery*), através da qual os estudantes se deparam com problemas e discutem em grupos formas de resolvê-lo. Para Bruner, a aprendizagem por descoberta estimula o desenvolvimento do raciocínio, desperta a motivação para aprender e facilita a assimilação e retenção do conhecimento (PENAFORTE, 2001, p. 54).

Sem desconsiderar o aspecto cognitivo da aprendizagem, mas encarando o PBL sob uma ótica mais pragmática, a contribuição de John Dewey para a renovação do pensamento educacional representa a matriz conceitual na qual está fundamentado o PBL. A obra Democracia e Educação de Dewey é creditada como a base intelectual para o

desenvolvimento do PBL. A teoria de Dewey, considerada como uma filosofia da experiência, ressalta como extremamente relevante a experiência para o processo de aprender (PENAFORTE, 2001, p. 59).

A teoria de Dewey abandona a noção de aprendizagem passiva, na qual a mente é um receptáculo vazio esperando ser preenchida por informações. Dewey rompe com a ideia de que os conhecimentos prévios nada significam para o que se pretende aprender. Ele descarta a aprendizagem que ocorre fora do contexto das experiências, bem como o armazenamento na memória de dados sem significado e experiências que terminam em si mesmas. Da mesma forma, desconsidera que a motivação para aprender represente uma força externa, porque ela é intrínseca ao indivíduo. Encarar a educação como aquisição de hábitos mecânicos de pensar e agir é inconcebível para Dewey. Dessa maneira, a estrutura do sistema educacional clássico é rejeitada. Em seu lugar, propõe-se uma filosofia de educação centrada na experiência. Na teoria de Dewey, a educação é a contínua reorganização e reconstrução da experiência, a busca constante de significados em um mundo precário e instável. Nesse contexto, a aprendizagem parte de problemas que abarcam inquietação, dúvida e obscuridade, para, através de um esforço ativo, trazer clareza, coerência e harmonia. Segundo Dewey, a educação centrada na experiência gera elementos que possibilitam lidar mais habilmente com condições problemáticas futuras. O ser que aprende é movido por um impulso inerente a ele próprio, que projeta seu eu sobre um ideal que é percebido como possuidor de significância pessoal. A educação, para Dewey, é sinônimo de crescimento continuado (PENAFORTE, 2001, p. 77). DEWEY (1959b, p. 108) expressa tal convicção em uma frase emblemática que se configura como a essência do PBL:

> (...) o objetivo da educação é habilitar os indivíduos a continuar sua educação – ou que o objetivo ou recompensa da educação é a capacidade para um constante desenvolvimento.

Além disso, a teoria da experiência de Dewey enfatiza que nem todas as experiências são educativas. Uma experiência é educativa, quando possibilita o crescimento para experiências subsequentes, ou seja, quando atende ao critério de educação como crescimento (DEWEY, 1971, p. 14). Nesse sentido, a teoria da experiência proposta por Dewey abarca dois princípios que se articulam para que possam resultar em uma experiência educativa: o da continuidade e da interação.

1) o princípio da continuidade, ou o *continuum* experiencial, aplica-se sempre que houver a necessidade de discriminar entre experiências de valor educativo e aquelas sem tal

valor (DEWEY, 1971, p. 23). Semelhante princípio, como critério de diferenciação entre experiências, envolve, segundo DEWEY (1971, p. 26),

> (...) a formação de atitudes tanto emocionais, quanto intelectuais; envolve toda nossa sensibilidade e modos de receber e responder a todas as condições que defrontamos na vida. Desse ponto de vista, o princípio de continuidade de experiência significa que toda e qualquer experiência toma algo das experiências passadas e modifica de algum modo as experiências subsequentes.

Assim, agir como se não fizessem diferença alguma as experiências que os alunos trazem para uma situação proposta em sala de aula pode ser considerado uma violação do princípio da continuidade e, consequentemente, resultar em desastre educacional (JACKSON, 2010, p. 122).

2) O princípio da interação diz respeito às trocas que ocorrem entre nós e nosso ambiente, ou seja, enfatiza o modo como agimos sobre o mundo e como o mundo age sobre nós. Para DEWEY (1971, p. 36), há situações fora do indivíduo que são responsáveis pelo surgimento das experiências, uma vez que ocorre uma transação entre um indivíduo e o que, ao seu tempo, é o seu meio. Consequentemente, os conceitos de *situação* e de *interação* são indissociáveis um do outro.

No princípio da interação, devem-se considerar as especificidades da situação como um todo, o que inclui o material a ser trabalhado, a natureza da escola enquanto instituição, as expectativas sociais impostas pelo mundo exterior, entre outras condições objetivas (meio) (JACKSON, 2010, p. 123). Mas também devem ser consideradas as condições internas do indivíduo, ou seja, as capacidades e os propósitos daqueles que serão ensinados (DEWEY, 1971, p. 39).

Acerca dos princípios destacados, podemos situá-los tanto na escola quanto na vida, pois DEWEY (1971, p. 37) sintetiza sua teoria da seguinte forma:

> Os dois princípios de continuidade e interação não se separam um do outro. Eles se interceptam e se unem. São, por assim dizer, os aspectos longitudinais e transversais da experiência. Diferentes situações sucedem umas às outras. Mas, devido ao princípio de continuidade algo é levado de uma para outra, seu mundo, seu meio ou ambiente se expande ou se contrai. Depara-se vivendo não em outro mundo mas em uma parte ou aspecto de um mesmo mundo. O que aprendeu como conhecimento ou habilitação em uma situação torna-se instrumento para compreender e lidar efetivamente com a situação que se segue. O processo continua enquanto vida e aprendizagem continuem. A unidade substancial do processo decorre do fator individual, elemento integrante da experiência. Quando esse fator se rompe, o curso da experiência com tal ruptura entra em desordem. E o mundo se divide. Um mundo dividido, um mundo cujas partes e aspectos não se justapõem, é sinal e causa de uma personalidade dividida. Quando a divisão atinge certo ponto, chamamos a pessoa insana. Uma personalidade completamente integrada, por outro lado, só existe quando as sucessivas experiências se integram umas com as outras e pode ela edificar o seu mundo como um universo de objetos em perfeito relacionamento.

A teoria da experiência é retomada na seção "*8.4. PBL e a Futura Atuação Profissional"*, na qual os resultados desta pesquisa são analisados à luz da teoria de Dewey.

5.3. O Papel do Professor na Aprendizagem Baseada em Problemas

Se um professor não familiarizado com a abordagem PBL observar uma sala de aula na qual essa metodologia é utilizada, provavelmente a cena lhe causará certa estranheza, sobretudo, se o observador possui uma perspectiva tradicional de como deveria ser uma sala de aula. Os alunos não estarão dispostos em filas indianas, observando passivamente a explanação do professor acerca de um conteúdo. Ao contrário, eles estarão deliberando em pequenos grupos, ou movimentando-se de forma autônoma até o local onde há material de consulta (DELISLE, 2000, p. 21). Diante desse cenário, o observador poderá se perguntar: Onde está o professor? Por que não está na frente da sala, próximo ao quadro negro? Um olhar mais atento o fará perceber que o professor está sentado junto a um ou outro grupo comentando as ideias que os alunos elaboraram para resolverem um problema proposto por ele. Há, nesse caso, uma descentralização do conhecimento que antes era localizado no professor. O professor de PBL não é o único detentor do conhecimento, já que se configura como mais um recurso para a aprendizagem, do mesmo modo como são os outros alunos do grupo, os livros, a internet e, eventualmente, os profissionais da área. Além disso, é papel do professor no PBL instigar o aluno a questionar suas próprias escolhas.

Possivelmente, essa dinâmica, tão diferente da que alunos e professores estão acostumados, levará o observador a concluir, erroneamente, que o PBL exige pouco do professor, uma vez que ele parece apenas observar os alunos trabalharem sozinhos. DELISLE (2000, p. 21) afirma que, de forma alguma, o papel do professor é irrelevante no PBL, pois,

> Quando consideramos o tempo necessário para desenvolver um problema, supervisionar e apoiar os alunos ao longo do projeto (encorajando-os a serem mais autônomos) e avaliar o sucesso do problema bem como o desempenho dos alunos, é evidente que o papel do professor é vital para a eficácia desta experiência de aprendizagem.

Mesmo em uma metodologia ativa como PBL, é essencial a intervenção do professor para que os alunos possam formalizar conceitos convencionados historicamente. Sem a presença do professor seria necessário o aluno recriar essas convenções. Dessa maneira, é função do docente desempenhar esse papel (VALENTE, 2002, p. 26).

É claro que a alteração dos papéis tradicionalmente atribuídos ao professor e aos alunos no processo do PBL vai além de apenas se ajustarem à metodologia. A nova configuração implica subverter a relação de poder entre professor e aluno de forma mais ou menos traumática, dependendo das representações sociais que cada grupo possui sobre essa relação.

Dessa maneira, devemos levar em consideração a influência que um grupo tem sobre um indivíduo, no caso, o aluno e o professor, e no modo como pensam e agem, ou seja, o papel que as representações sociais têm na análise que uma pessoa elabora do mundo. Pois quando o cérebro efetua uma análise há nesse processo a existência de esquemas. Os esquemas são como conexões anteriores que se situam entre a percepção e a memória, cujo propósito é remeter para a memória uma situação anterior e sugerir um comportamento conveniente para a situação presente. Portanto, procuramos as informações que legitimem o ponto de vista que compartilhamos com nosso grupo social e negligenciamos as que possam enfraquecê-lo (MOSCOVICI, 1986, p. 10).

BARRETO (2002, p. 66) afirma que uma das críticas ao ensino convencional se refere à relação de poder entre aluno e professor, relação que é expressa na configuração autoritária do discurso pedagógico, o qual aponta no sentido da imposição de um único caminho científico e da presença de um agente único com o poder de dar ou não a palavra. A abordagem PBL desarticula essa relação de poder, e, eventualmente, os agentes dessa relação sentem-se confusos em seus novos papéis de aluno e professor, já que em salas de aulas que utilizam uma abordagem construtivista as interações entre professor e aluno são menos didáticas e mais cooperativas (SANDHOLTZ et al., 1997, p. 29). Menos didática no sentido de que em uma metodologia construtivista o professor deverá repensar sua prática e suas concepções de educação e soltar-se das amarras que o faz replicar métodos pouco eficazes. Além disso, uma atuação mais cooperativa sugere igualdade entre as partes, porém, para alguns professores igualdade implica, necessariamente, perda de autoridade.

Embora as representações sociais dos professores quanto a sua prática bem como a relação de poder entre professores e alunos possam interferir na maneira como o professor de PBL atuará, convém deixar um pouco de lado tais temas para focar no papel que efetivamente o professor tem na metodologia PBL.

De acordo com DELISLE (2000, p. 22-24), o professor de PBL atua em três fases:

1) Em uma primeira etapa, desenvolve o problema de modo que sejam abordados os conteúdos do currículo. Essa etapa começa antes do período letivo, quando o professor deverá decidir se o PBL será usado em todo conteúdo do currículo ou em algum conteúdo especifico.

2) Na segunda etapa, o professor orienta os alunos no tratamento do problema. Ela representa uma etapa particularmente difícil, porque o professor precisa guiar, sem conduzir; apoiar, sem dirigir. E mais, orientar os alunos sem parecer que está escondendo a resposta (RIBEIRO, 2008, p. 37). Em resumo, o professor,

> Prepara o ambiente, ajuda os alunos a relacionarem-se com o problema, arranja uma estrutura de trabalho, aborda o problema com os alunos, reequaciona o problema, facilita a produção de um produto ou de um desempenho e estimula a auto-avaliação (DELILSE, 2000, p. 23).

3) Por fim, na terceira etapa, o professor avalia o problema, o aluno e sua própria atuação e pondera a eficácia do problema no desenvolvimento de conhecimentos e competências. Se for o caso, pode modificar o problema, quando perceber que a resolução não resultou em progresso dos alunos. O professor avalia também o desempenho do aluno, não só em função de uma classificação, mas também porque isso os ajuda a progredir. O professor deve fazer com que sua prática no PBL também seja alvo de constante avaliação, refletindo se cumpriu o objetivo da aula que é permitir que os alunos desenvolvam autonomia de pensamento, abstendo-se de fornecer-lhes informações e de direcioná-los (DELISLE, 2000, p. 24-25). Porém, se o professor perceber que foram coletadas informações inadequadas à resolução da situação problema, ele pode dar uma breve explicação sobre o tema ou fornecer exemplos práticos, sempre estimulando os alunos a pensar de forma crítica e profunda (TOMAZ, 2001b, p. 165-166). Pensar de forma crítica significa pensar sobre o próprio pensar, que tem a ver com o conceito de metacognição, segundo o qual o indivíduo modifica a si mesmo projetando seu pensamento a um nível acima. A ação de pensar sobre o pensar investiga a origem do saber identificando o processo que o raciocínio utilizou para construir o conhecimento.

No processo de resolução de um problema no PBL, o professor deve ter a consciência de que uma de suas funções essenciais é a de estimular no aluno habilidades de metapensamento ou metacognição (TOMAZ, 2001b, p. 164). Para exemplificar esse estímulo dado ao aluno pelo professor, em termos cognitivos, podemos comparar a resolução de um problema no PBL com o ato de jogar Tetris, em que os êxitos nos encaixes dos blocos fortalecem avaliações e antecipam estratégias. Entretanto, os erros de estratégia induzem a uma modificação nos esquemas mentais uma vez que o pensamento é alvo de reflexão (HOFF; WECHSLER, 2004, p. 138). Assim, de acordo com TOMAZ (2001b, p. 162-163),

> Em termos gerais, uma das funções fundamentais do facilitador no PBL é estimular o pensamento crítico e o autoaprendizado entre os estudantes pela orientação em

> nível de metaconhecimento ou metacognição. Todas as outras funções têm de, até certo ponto, ser coerentes com essa função geral.

5.4. O Papel do Aluno na Aprendizagem Baseada em Problemas

Se um aluno não familiarizado com a abordagem PBL observar uma sala de aula na qual essa metodologia é utilizada, provavelmente a cena despertará grande curiosidade, principalmente, se o observador tiver pouco interesse em uma sala de aula tradicional, na qual tudo já está determinado e há pouco para ser descoberto. A sala de aula que o professor compõe com o PBL contraria qualquer dogmatismo na instrução, fator essencial para que o aluno não perca a curiosidade (DEWEY, 1959a, p. 47-48).

A cena vista por esse observador contará com os alunos dispostos em círculos e deliberando sobre algum assunto. Nesse cenário, o professor estará transitando entre os grupos, não impondo aos alunos um modo de absorver a instrução, mas possibilitando-lhes uma "voz" que os levarão a uma reflexão constante na aquisição do conhecimento. Os alunos que tradicionalmente tomam notas a partir de comentários dos professores e respondem a questões elaboradas por estes, vêem-se no PBL a fazer perguntas e a responder aos seus próprios pares (DELISLE, 2000, p. 34).

Os alunos do PBL aprendem de forma colaborativa com os membros do seu grupo e percebem que é necessária a participação de todos para atingir o sucesso. Além disso, a aprendizagem baseada em problemas exige do aluno a tomada de decisão sobre como e o que aprender (DELISLE, 2000, p. 18). O "empoderamento" (*empowerment*) trazido pela delegação ao aluno da responsabilidade sobre seu aprendizado é uma habilidade extremamente útil, uma vez que se estima que quando o aluno chegar ao fim do seu curso, metade do que ele aprendeu estará desatualizado (RIBEIRO, 2008, p.35). Formar um aluno intelectualmente responsável quer dizer que ele terá a habilidade de examinar as consequências de um passo projetado e levar um trabalho até seu término. Nesse processo, a responsabilidade intelectual permite ao aluno dar uma *significação* ao que aprende, porque o material de estudo não é um assunto distante da sua experiência. Além disso, a responsabilidade impele o aluno a perguntar qual a diferença trazida pelo novo conhecimento para suas crenças e ações (DEWEY, 1959a, p. 41).

No PBL, o professor estabelece uma estrutura na qual os alunos geram suas próprias ideias e problemas. Ao receberem um problema contextualizado em suas experiências, os alunos elaboram as ideias que possivelmente poderiam dar elementos para a sua solução. Depois, registram de forma escrita todas as ideias e fatos que sabem sobre o problema. Nessa

ação, todos do grupo participam com o conhecimento anterior que já possuem acerca do problema. Em seguida, são registradas as questões que devem ser investigadas para uma solução e as estratégias para realizar a investigação. Após a criação desse quadro de referência, com o registro dos fatos, ideias, questões para aprendizagem e estratégias, cada aluno parte para o estudo autônomo, pesquisando para contribuir com a resolução do problema. Cumpre ressaltar que em sua pesquisa o aluno tem o apoio do quadro de referência elaborado no grupo. Depois do estudo autônomo, os alunos retornam ao grupo e expõem seus novos conhecimentos e resolvem o problema, ou seja, desenvolvem um produto final baseado nas ideias e nas informações descobertas (DELISLE, 2000, p. 18).

O problema, nesse caso, é uma situação incerta assentada na experiência do aluno e, por esse motivo, o faz pensar verdadeiramente para resolver o problema e tornar a situação determinada. Se o papel fundamental do professor no PBL é estimular o pensamento crítico e o autoaprendizado, o papel do aluno é, efetivamente, pensar e não só replicar ou memorizar informações. Nessa perspectiva, DEWEY (1959a, p. 104-105) argumenta que tal habilidade deve ser desenvolvida em um contexto propício,

> Provavelmente, a causa mais freqüente pela qual a escola não consegue garantir que os alunos pensem verdadeiramente é que não se provê uma situação experimentada, de tal natureza que obrigue a pensar, exatamente como o fazem as situações extra-curriculares.

5.5. O Problema na Aprendizagem Baseada em Problemas

Um problema deriva de uma situação incerta que se forma na estrutura cognitiva de um indivíduo. Embora incerta, a situação se relaciona com seus hábitos, levando-o a uma inquietação, um desequilíbrio que o induz a elaborar ideias e realizar ações a fim de minimizá-la ou aplacá-la. Um problema só se constitui como tal, quando há uma internalização da situação problemática. Nesse caso, há uma legitimação do problema e isso implica uma apropriação do problema e uma ânsia por resolvê-lo, visto que, nossa atenção se dirige a algo obscuro até tê-lo como certo e esclarecido, a satisfação é encontrada na certeza ou apenas na tentativa de obtê-la (BRUNER, 1969, p. 134-135).

Os problemas escolares presentes em livros didáticos estão mais próximos de tarefas a serem cumpridas do que de problemas a serem solucionados. Nesse contexto, um problema para um adolescente refere-se à estratégia que irá definir para derrotar o inimigo em um jogo de videogame. Esse jovem se mobiliza, conversa com amigos, investiga em revistas e na

internet formas de resolver o problema e eliminar o desequilíbrio em que se encontra. Por que, então, esse mesmo adolescente não encara como um problema o conteúdo escolar que trata das estratégias políticas dos americanos ou russos durante a guerra fria? Não há, nessa situação, uma incorporação do problema, algo dentro desse adolescente diz: "Esse problema não é meu". Logo, não há interesse em buscar uma solução, há apenas o interesse em satisfazer as exigências propostas pelo professor. Sobre as convenções e modelos que regem os problemas no sistema escolar DEWEY (1959b, p. 171) argumenta:

> Devido à ausência de materiais e ocupações que gerem problemas reais, os problemas do aluno não são seus; ou antes, são seus *unicamente em sua qualidade de alunos*, mas não em sua qualidade de seres humanos. Daí uma lamentável decepção quando se procura aplicar fora do âmbito da escola os conhecimentos adquiridos por essa forma.

Desse modo, é fundamental identificar a qualidade dos problemas envolvidos na aprendizagem e estabelecer as diferenças entre os problemas simulados e os reais empregados na sala de aula (POZO, 1998, p. 17). Os problemas simulados têm apenas o objetivo de instruir sobre algum ponto do programa escolar, a experiência do aluno não é relevante, é um problema do professor ou do compêndio, formulado unicamente para fins de aprovação do aluno. Um problema real, por sua vez, apresenta-se naturalmente em alguma situação da experiência pessoal do aluno, desperta sua observação e provoca a experimentação fora da escola, porque é legitimado pelo aluno como seu próprio problema (DEWEY, 1959b, p. 170). O que diferencia um verdadeiro problema de uma tarefa ou exercício é o contexto da resolução e o modo como o aluno o enfrenta. Em um exercício ou tarefa, dispomos de mecanismos que nos levam à solução de forma imediata, uma vez que esses mecanismos são padronizados e aplicados sem que haja uma consciência da ação. Já em um problema verdadeiro, não dispomos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-los. Afinal, ele exige um processo de reflexão ou uma tomada de decisão dos passos a serem seguidos (POZO, 1998, p. 16).

Os alunos conseguem compreender e recordar um conteúdo, quando observam relações da matéria estudada com suas próprias vivências, tendo em vista que o problema no PBL é responsável por colocar a aprendizagem no contexto da vida real (DELISLE, ,2000, p. 15). Nessa direção, é fundamental que o problema no PBL direcione todo o processo de aprendizagem e funcione como ponto de partida para a construção do conhecimento, quer dizer, ele representa um acontecimento ou conjunto de acontecimentos preparado por professores especialistas na matéria (RIBAS, 2004, p. 11). Optar pela metodologia PBL liberta o professor das amarras dos livros didáticos. Nesse âmbito, qualquer situação, dentro

ou fora da escola, pode fornecer elementos para o desenvolvimento de problemas que tenham relação com a vivência dos alunos (DELISLE, 2000, p. 26).

Nessa esfera, há duas diretrizes básicas para a elaboração de problemas: a familiaridade e a contextualidade. O problema deve ser familiar para o aluno e deve veicular informações sobre o fenômeno descrito como problema. No que se refere à contextualidade, o problema deve se apresentar em um contexto potencialmente significativo. Através da familiaridade, do contexto e do pensamento cotidiano, o aluno identifica o objetivo de sua aprendizagem, que lhe permite descobrir não apenas o que sabe, como também o que precisa saber (RIBAS, 2004, p. 11). Por isso, a elaboração de problemas deve levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e suas capacidades profissionais (CAPRARA, 2001, p. 151). O problema no PBL contempla uma situação passível de os alunos encontrarem em suas futuras carreiras profissionais. Ele é estruturado de tal forma que o gerenciamento adequado ou inadequado da situação problemática afeta os resultados obtidos (RIBEIRO, 2008, p. 30). Um dos fatores determinantes do PBL diz respeito ao grau de estruturação dos problemas, porque um problema estruturado de forma incompleta faz com que os alunos, à medida que investigam uma solução, descubram a complexidade do problema e percebam que ele pode corresponder a várias soluções (DELISLE, 2000, p. 27). Um problema estruturado de forma aberta implica a busca de mais informações que as fornecidas para compreender o problema e na definição das estratégias que serão usadas na sua resolução. Assim, quanto menos estruturado for um problema, mais o aluno adquirirá habilidade de solucionar problemas e conduzir seu próprio aprendizado (RIBEIRO, 2008, p. 31).

Dessa forma, o aprendiz se propõe a uma busca constante de conhecimento e também a compreender a utilidade do conteúdo que lhe é submetido. O aprendiz motiva a si mesmo, pois necessita conhecer, querer saber, formular hipóteses para a resolução do problema. A energia gerada pela vontade de resolver o problema é justamente o que o aprendiz precisa para seguir em frente. Nesse contexto, o professor atua como o suporte apropriado para conduzir a energia do aprendiz a um objetivo específico, o qual não é propriamente a resolução do problema, mas sim a construção do conhecimento, em um processo que se realimenta infinitamente (RIBAS, 2004, p. 11).

Schmidt (1996 apud CAPRARA, 2001, p. 145-150) distingue quatro tipos de conhecimentos que correspondem a quatro tipos de problemas:

1) O conhecimento do tipo descritivo se refere aos fatos observáveis. Nesse caso, o tipo de conhecimento fica vinculado ao problema descritivo, que apresenta um evento de forma neutra e os alunos devem aprofundar o tema, dar sentido ao evento de forma descritiva;

2) O conhecimento explicativo consiste na elaboração de teorias e na identificação de princípios. O tipo de problema relacionado a esse conhecimento é o explicativo, cuja solução depende de os alunos estabelecerem relações de causa-efeito para explicar determinado fenômeno. Assim, o conhecimento descritivo e o explicativo articulam-se para a construção de conceitos. O resultado dessa articulação pode ser classificado como conhecimento conceitual.

3) O conhecimento de processo, ou procedimental, refere-se ao modo de realizar uma determinada atividade, ou seja, às habilidades adquiridas. Esse conhecimento está vinculado ao problema do tipo obstáculo de processo, no qual há um personagem que deve realizar uma tarefa, mas não sabe como;

4) O conhecimento do tipo normativo, ou atitudinal, aborda dilemas e problemas éticos. O tipo de problema vinculado a esse conhecimento é denominado problema dilema, porque fornece uma situação na qual os alunos expressam suas considerações de acordo com seu próprios valores morais e éticos. O texto apresenta duas possíveis propostas e o aluno deve argumentar acerca da sua escolha.

Após a definição do conteúdo e do tipo de problema relacionado ao conhecimento proporcionado pelo conteúdo, DELISLE (2000, p.29-32) sugere que a redação do problema deva atender às seguintes características:

- Ser adequada ao seu desenvolvimento. A concepção do problema deve levar em consideração o desenvolvimento intelectual e as necessidades socioemotivas dos alunos mediante uma situação-problema significativa;
- Assentar-se na experiência do aluno. Quanto mais próximo o problema estiver da vida dos alunos mais empenhadamente eles trabalharão para resolvê-lo;
- Ser baseado no programa. Bons problemas combinam as vivências dos alunos com os conteúdos do programa da disciplina;
- Adaptar-se a uma variedade de estratégias e estilos de ensino e aprendizagem. Um problema deve ser flexível e permitir várias soluções, além de promover uma gama de atividades que possibilite aos alunos de vários níveis intelectuais contribuírem para a solução.
- Ser uma estruturação incompleta. Os problemas do PBL devem ser concebidos de modo que os alunos tenham que investigar para encontrar a informação necessária para a solução. Eles devem possibilitar uma constante reflexão por

parte dos alunos sobre a interpretação dos conhecimentos prévios à luz dos novos conhecimentos adquiridos.

5.6. Vantagens e Desvantagens

As vantagens e desvantagens descritas a seguir não possuem caráter imutável, uma vez que dependem da forma como a estratégia da Aprendizagem Baseada em Problemas será conduzida.

O benefício geralmente atribuído a essa metodologia diz respeito ao favorecimento da aquisição do conhecimento de forma mais significativa e duradoura e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes profissionais por parte dos alunos (RIBEIRO, 2008, p. 41). O PBL oferece aos alunos respostas para questões como: por que é necessário aprender certas informações? Como relacionar o que é aprendido na escola com o que acontece na realidade? Os alunos se envolvem mais na aprendizagem, dado que sentem que têm a capacidade de interagir com a realidade e ver os resultados dessa interação. Consequentemente, desenvolvem uma maior compreensão da matéria, uma vez que eles próprios buscam a informação e a aplicam na resolução do problema (DELISLE, 2000, p. 16).

Em razão do trabalho em grupo, o PBL privilegia o aspecto colaborativo na educação, porquanto há mais comunicação entre os alunos, que estabelecem mais parcerias entre si e com o professor (RIBEIRO, 2008, p. 41). Desse modo, o PBL permite o desenvolvimento de habilidades em grupo como a valorização da diversidade, a motivação, a conduta ética, a cidadania, a criatividade, a cooperação e a capacidade de se adaptar.

Sobre o aspecto da colaboração nos grupos do PBL, DELISLE (2000, p. 19) considera que,

> Nos vários grupos, os alunos podem trabalhar em conjunto para investigar diferentes questões de aprendizagem [...]. Depois, partilham a informação com toda a turma; portanto, cada grupo depende dos restantes para encontrar parte da informação e, no final resolver o *puzzle*.

No que se refere à aquisição de atitudes, os alunos demonstram mais iniciativa, descobrindo o que não sabem e identificando as informações relevantes para a resolução de problemas (RIBEIRO, 2008, p. 41). Nessa perspectiva, o PBL promove nos alunos a observação e a avaliação sobre o próprio processo de aprendizagem, uma vez que eles criam suas próprias estratégias para a definição do problema, buscam a informação para solucioná-lo, analisam os dados, constroem hipóteses e, por fim, avaliam o resultado.

RIBAS (2004, p. 17) defende que o aluno “deve ter a oportunidade de refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem” e a avaliação, por ser uma habilidade cognitiva de alto nível, deve ser aprendida e desenvolvida também pelo aluno. Mesmo que os alunos necessitem de orientação direta no início dos trabalhos com o PBL, com a prática, compreenderão o processo e terão maior responsabilidade por sua aprendizagem (DELISLE, 2000, p. 18). A atitude responsável também é adquirida em questões mais burocráticas, como o cumprimento dos prazos estabelecidos para as tarefas do grupo (RIBEIRO, 2008, p. 41).

Com relação às desvantagens, os alunos eventualmente sofrem com a imprecisão no conhecimento das teorias mais sofisticadas e a insuficiência de conhecimentos prévios (RIBEIRO, 2008, p. 41). Como resultado, os alunos podem não ser os melhores juízes no que se refere à determinação de qual informação é relevante ou útil, nesse caso podem pesquisar em demasia ou em escassez determinado conteúdo. Embora o estilo de aprendizagem centrada no aluno possa ser agradável e estimulante para os estudantes, também é muito diferente do ensino que já receberam, e, assim, pode ser também estressante e desorientador.

O PBL impele o aluno a trabalhar em grupo. Essa característica pode frustrar aqueles que têm dificuldades em trabalhar dessa forma, ou que não sintam segurança para explicitar seu conhecimento no grupo (RIBEIRO, 2008, p. 41). Além disso, em grupos com pouca cooperação entre os membros, alunos maduros intelectualmente e com maior expressão verbal podem constranger aqueles menos articulados (SOLARI, 2004, p.53).

No que concerne aos professores, se, por um lado, o PBL encoraja o diálogo acadêmico; por outro lado, parece ser um tanto complexo para o professor trabalhar todo conteúdo de uma disciplina através de problemas e motivar os alunos a aprenderem conteúdos básicos que não fazem parte do problema, mas que serão utilizados em sua resolução. Da mesma forma, é especialmente difícil para o professor avaliar o desempenho individual do aluno uma vez que todo processo de aprendizagem ocorre em grupo (RIBEIRO, 2008, p. 41). Outro aspecto desconfortante para o professor refere-se à representação que possui da sua prática e sua própria importância como fonte de conhecimento. Para muitos professores, é inconcebível considerar que o aluno tenha autonomia na escolha de outras fontes de informação, além da fornecida pelo mestre. E mais, que essas fontes de informação, mesmo as provenientes do professor, passem pela análise crítica do aluno (SÁ, 2001a, p. 210-211).

Embora a mudança de um ambiente centrado no professor para outro, centrado no aluno, traga alguns desconfortos, a transição pode ser responsável por introduzir ânimo novo no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos, e também os professores, se

vêem às voltas com atividades desafiadoras, que os preparam para uma aprendizagem continuada.

Por fim, há um custo elevado para implantar o PBL, especialmente o PBL curricular, considerando que seu emprego implica formar os tutores, equipar salas para que sejam adequadas à discussão em grupo, ampliar o aceso à informação (computadores, laboratórios, biblioteca atualizada), dado que no PBL há o uso intensivo de recursos para a obtenção da informação (SÁ, 2001a, p. 209).

5.7. Críticas Acerca da Eficácia da Aprendizagem Baseada em Problemas

Assim como a medicina tem a mais longa tradição no uso do PBL, é também a área em que a metodologia é mais bem avaliada e suscita debates bastante acalorados sobre a eficácia do PBL neste segmento. Jerry A. Colliver, professor e diretor do Departamento de Consultoria de Pesquisa e Estatística da Escola de Medicina da Universidade Sulista de Illinois em Springfield, é enfático ao afirmar que a superioridade educacional do PBL em relação à abordagem tradicional não é clara (COLLIVER, 2000, p. 259). Ele revisou a literatura das pesquisas sobre educação médica publicadas entre 1992 e 1998 e concluiu que, apesar das alegações de que o PBL é baseado em princípios fundamentais de ensino que deveriam melhorar a aprendizagem, a revisão das pesquisas sobre a eficácia do currículo PBL não fornece evidências convincentes de que o PBL melhora a base de conhecimento e desempenho clínico, pelo menos não na magnitude que seria esperado dados os extensos recursos necessários para o funcionamento de um currículo PBL (COLLIVER, 2000, p. 266). Colliver atribui parte da culpa ao modo como a psicologia cognitiva é encarada, afirmando que “a teoria é fraca, os seus conceitos teóricos são imprecisos...a pesquisa básica é artificial, usando manipulações que parecem garantir os resultados esperados” (COLLIVER, 2000, p. 264).

Segundo Colliver, um importante, mas negligenciado, aspecto da abordagem PBL é a autoaprendizagem continuada. Porém, em sua busca ele encontrou só um estudo que examinou na prática o efeito do PBL nessa área. Os resultados do estudo sugerem que os graduados na metodologia PBL mantinham-se mais atualizados. No entanto, a curva decrescente da escola tradicional não foi estatisticamente significativa (COLLIVER, 2000, p. 265-266).

Sobre o PBL ativar redes de conhecimento, Colliver afirma que a teoria não é tão clara, ou seja, não está realmente evidente o que são redes de conhecimento e não está evidente o que significa dizer que elas são ativadas. Logo, certamente, não está evidente o que as ativa e se diferentes estímulos ativam as redes em diferentes quantidades (COLLIVER, 2000, p. 265).

Todavia, Geoffrey Norman, membro do Departamento de Epidemiologia Clínica e Bioestatística da Universidade de McMaster no Canadá, e Henk Schmidt, membro do Departamento de Psicologia da Universidade de Maastricht na Holanda, questionam as alegações de Colliver e apresentam provas de que a pesquisa cognitiva não é artificial e irrelevante. Norman e Schmidt argumentam que Colliver ignora os estudos que demonstram que a discussão de um problema em pequenos grupos ativa fortemente o conhecimento prévio dos participantes e que este não é simplesmente um pacote de fatos que os alunos possuem, mas pode ser descrito como uma teoria "ingênua" que esses alunos têm a respeito do problema em mãos. Por esse motivo, a teoria ingênua acerca do problema, uma vez ativada através do debate, facilita o tratamento do problema mediante aquisição de novas informações (NORMAN; SCHMIDT, 2000, p. 723).

Em resposta às alegações de Colliver, segundo as quais não há evidência convincente de que o PBL melhore a base de conhecimento, Norman e Schmidt argumentam que Colliver ignora que as abordagens do ensino tradicional tendem a ensinar conceitos em blocos identificáveis. O exemplo mais comum é o livro. No final de cada capítulo há uma série de exercícios, onde os alunos deverão aplicar as regras que aprenderam para executar os exercícios. Normalmente, a questão coloca-se como "Execute os testes seguindo as orientações". Norman e Schmidt percebem que, nesta abordagem, está implícita a visão de que a aprendizagem ocorre pela assimilação de regras que devem ser praticadas, e que, uma vez aprendidas, podem ser aplicadas adequadamente em outras situações. Porém, em um contexto real, onde os dados são ambíguos e as regras para classificação dos fenômenos não são explícitas, o ensaio simples não é suficiente. Na abordagem convencional, há muitos exemplos de uma única categoria e subentende-se que os alunos possuem os elementos para identificar exemplos de diversas categorias em outros contextos (NORMAN; SCHMIDT, 2000, p. 724).

No entanto, Norman e Schmidt estão de acordo com Colliver no que concerne à necessidade de repensar a promessa do PBL como a melhor e única forma para a aquisição de conhecimentos e habilidades. Qualquer estudo, que trata o PBL como um modo único de "intervenção", invariavelmente, chegará à conclusão de que há uma diferença mínima entre os

resultados obtidos com o PBL e o Ensino Tradicional (NORMAN; SCHMIDT, 2000, p. 727). O emprego do PBL vai além dos resultados cognitivos e da aquisição de habilidades, na medida em que implica uma alteração da postura do aluno frente a um problema, seja em âmbito escolar ou profissional.

Mark Albanese, membro do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade de Wisconsin, USA, e um dos mais respeitados estudiosos do PBL, escreveu uma resposta ao artigo de Colliver. Albanese concorda que um dos argumentos utilizados para apoiar a superioridade do PBL, e, prontamente criticado por Colliver, é o conceito de aprendizagem contextual, ou seja, a premissa é de que, quando aprendemos um conteúdo no contexto em que será usado, há uma promoção da aprendizagem e da capacidade de usar as informações. Colliver critica a teoria da aprendizagem contextual argumentando que foi elaborada a partir de uma investigação fraca. Para ele, não há como precisar se o contexto de aprendizagem de um currículo PBL realmente leva vantagem sobre o contexto de um currículo padrão e se as diferenças entre os contextos de aprendizagem são realmente significativas na prática. Embora não concorde com as críticas de Colliver acerca da teoria da aprendizagem contextual, Albanese considera que existem outras teorias que prestam um melhor apoio ao PBL e que não foram analisadas por Colliver. (ALBANESE, 2000, p. 733). De acordo com Albanese, as teorias que melhor oferecem suportes teóricos para o PBL são:

- A Teoria do Processamento da Informação, que envolve a ativação do conhecimento prévio, a transferência da aprendizagem para outras situações e, consequentemente, a elaboração do conhecimento;
- A Teoria da Autodeterminação, que aborda questões de motivação e de comportamento;
- A Teoria de Controle, na qual todos os comportamentos são baseados em satisfazer as necessidades básicas. Além disso, a teoria postula que ninguém pode fazer alguém realizar alguma coisa, principalmente aprender, salvo se, ao fazê-lo, satisfaça alguma necessidade da pessoa;
- A Aprendizagem Cooperativa, que engloba situações nas quais os indivíduos percebem que podem alcançar seus objetivos, se, e somente se, outros membros do grupo também o fazem (ALBANESE, 2000, p. 729-735).

Se Colliver concluiu em seu artigo que não há nenhuma evidência de melhorias significativas trazidas pelo PBL, Albanese considera que talvez a evidência mais convincente de benefício seja a rápida propagação do PBL dentro e fora das profissões da saúde (ALBANESE, 2000, p. 733).

Longe das acaloradas discussões entre os defensores e os detratores do PBL, é importante que se considere que a efetividade de uma metodologia como o PBL não se limita apenas à sua comparação com a abordagem tradicional, avaliando se os currículos PBL são melhores que os tradicionais, mas, para além das polêmicas, o questionamento que deve ser feito é se a abordagem PBL é efetiva por si, ou seja, se funciona ou não (SÁ, 2001a, p.206).

5.8. Aprendizagem Baseada em Problemas na Educação em Computação

No Brasil, a estratégia do PBL aplicada a áreas da educação em computação é utilizada de forma bastante modesta. Geralmente, o PBL é introduzido parcialmente em algumas disciplinas do currículo, como no curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), que tem uma proposta pedagógica tradicional, no entanto, a disciplina de Introdução à Engenharia de Computação utiliza a abordagem pedagógica de Aprendizagem Baseada em Problemas (BETEMPS; CECHINEL; TAVARES, 2008, p. 167). Poucas são as instituições que inseriram o PBL totalmente como metodologia de ensino no curso inteiro, como é o caso da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) que o adotou no curso de Engenharia da Computação, desde sua criação em 2003 (SANTOS; ANGELO; LOULA, 2008, p. 251).

Pesquisas dessa natureza são ainda mais raras. O autor deste trabalho buscou no site http://www.scielo.br[3] artigos científicos que contivessem os termos “algoritmo” e “Aprendizagem Baseada em Problemas”. Como o conector lógico usado na busca foi o “e”, as duas palavras deveriam aparecer em qualquer parte dos artigos. Para essa busca o site retornou zero (0) referências. Ao substituir o termo “algoritmo” por “computação”, a pesquisa também retornou zero (0) referências. Para a busca somente do termo “Aprendizagem Baseada em Problemas”, o site retornou 21 referências, a busca por “Problem Based Learning” retornou 6 referências, já o termo “algoritmo” retornou 350 referências. Evidentemente nem todos os artigos escritos sobre o tema desta pesquisa encontram-se armazenados no banco de artigos do site Scielo, mas esses resultados demonstram um panorama quantitativo de como estão as pesquisas do PBL no campo do ensino de algoritmos no Brasil. Cumpre destacar que essa busca no site Scielo foi realizada na primeira semana de agosto do ano de 2010.

[3] Biblioteca eletrônica de periódicos e artigos científicos no formato digital.

No entanto, a utilização do PBL como instrumento pedagógico na área da computação é foco de muitas pesquisas em países que buscam uma estratégia de ensino que conduza o aluno ao caminho da construção de um conhecimento significativo e duradouro. O Laboratório de Ciências e Processamento de informação da Universidade de Tecnologia de Helsinki, na Finlândia, mantém um grupo de pesquisa, cuja finalidade é investigar a aprendizagem de programação e descobrir maneiras de promovê-la. O grupo, denominado ROLEP (*Research on Learning Programming*), tem como foco principal a pesquisa sobre as experiências da aplicação do PBL em um curso introdutório de programação. O grupo observou que aprendizagem dos alunos usando a estratégia PBL ocorreu com bons resultados (ROLEP, 2008). Desde o outono de 1999, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é o principal método de ensino e aprendizagem em um dos cursos introdutórios de programação da Universidade de Tecnologia de Helsinki. Na abordagem da Universidade de Helsinki, os problemas PBL partem sempre do "mundo real".

O foco na realidade tem muitas vantagens importantes: permite a utilização do efeito surpresa, garante a relevância do caso, as contradições e as incoerências forçam o aluno a pensar de forma mais reflexiva e aberta. No entanto, a exigência da realidade é mais evidente nas ciências descritivas do que em desenvolvimento de programas. Nesse caso, o "mundo real" no PBL é representado por alguma tarefa que o programador possa desenvolver, quer seja a criação de um programa completo ou parte de um programa (NUUTILA et al., 2005, p. 1-2).

O PBL como metodologia de ensino também foi aplicado na disciplina de Introdução à Organização e Arquitetura de Computadores do primeiro ano de Ciência da Computação da *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria*, na Espanha. A operacionalização do PBL na disciplina superou uma das desvantagens dos cursos tradicionais: a elevada taxa de ausência, uma vez que os alunos ficaram mais motivados e demonstram maior interesse no assunto. Os alunos também desenvolvem algumas competências adicionais, como o trabalho em equipe e habilidade de comunicação, partilhando as suas ideias e aprendendo com as contribuições dos outros. Além disso, através do PBL, os alunos desenvolvem habilidades de resolução de problemas, autonomia em desenvolver uma aprendizagem voltada para habilidades e principalmente pensamento crítico, requisitos essenciais para a área de computação. Porém, a meta mais importante alcançada com PBL foi fazer com que os alunos assumissem a responsabilidade por seu processo de aprendizagem. Uma questão significativa levantada pela experiência da Espanha diz respeito aos aspectos mais pragmáticos da introdução do PBL, como, por exemplo, o acesso à informação e a tecnologia apropriada: bibliografia, Internet,

ferramentas de simulação, projetores, etc. De igual modo, o espaço no qual ocorrerá a aprendizagem deve facilitar o trabalho colaborativo, possibilitando uma organização dos alunos de forma que contribua com a discussão (GARCÍA-FAMOSO, 2005, p. 2-4).

Motivado por um estudo da Universidade Irlandesa de Licenciatura, no qual se constatou que 26,9% dos alunos não completavam os estudos relacionados à área de computação, o Departamento de Ciência da Computação da Universidade Nacional da Irlanda, em Maynooth, decidiu implementar o PBL em um módulo de programação de computadores no primeiro ano do curso de Ciência da Computação. Embora não tenha sido constatada nenhuma mudança drástica com relação ao aprendizado, os alunos aprenderam a trabalhar em grupo, a respeitar compromissos, a ouvir e a perceber que há mais de uma forma de resolver um problema. Os primeiros resultados da introdução do PBL na disciplina de programação foram positivos e o Departamento de Ciência da Computação manifestou a intenção de continuar a utilizar a abordagem (O'KELLY, 2004, p. 1-4).

A Faculdade de Ciência da Computação e Tecnologia da Informação da Universidade de Malaya, na Malásia, iniciou no ano 2001 uma reforma pedagógica no ensino utilizando o método PBL. Para minimizar a resistência a essa metodologia, foi instituído um programa de introdução ao PBL para fazer com que os alunos compreendessem sua importância para o aprendizado. Porém, depois de experimentar o PBL, os estudantes expressaram reações diferenciadas; alguns, ou melhor, a maioria encarou a experiência de forma positiva; outros, como um fardo que abalou fortemente sua zona de conforto intelectual, que era alimentada tradicionalmente com informações expositivas e notas de aulas. A introdução à metodologia PBL se faz necessária, porque no momento em que os alunos estiverem conscientes dos detalhes e dos benefícios do PBL, estarão prontos para aceitar o novo formato e alterar a sua percepção sobre a aprendizagem (SALIMAH; ZAITUN, 2004, p. 1-5).

O PBL também é implementado de forma híbrida com outras metodologias, como ocorreu na Universidade de Ciências aplicadas Technikum Wien, na Áustria. O PBL híbrido de Technikum Wien, combinação de aulas na metodologia expositiva com aulas na metodologia PBL, foi aplicado nas disciplinas Algoritmos e Estruturas de Dados e Fundamentos Teóricos da Ciência da Computação do curso de Bacharel em Ciências da Computação. A Universidade promoveu um modelo híbrido, no qual a metodologia de aprendizagem por problemas foi auxiliada por disciplinas de conteúdos básicos com o intuito de apoiar o tema a ser estudado. A mistura dos métodos de ensino ocorreu no início no primeiro semestre para uma melhor aceitação e empenho por parte dos alunos. Além disso, as

disciplinas de conteúdos básicos ajudaram a superar os problemas com os diferentes níveis de conhecimento prévios (NIMMERVOLL et al., 2008, p. 9).

5.9. Aprendizagem Baseada em Problemas e a Formação de Professores

Quando se discutem estratégias para a formação de professores se faz necessário determinar o paradigma de formação docente responsável por fornecer subsídios para a sustentação teórica de tais estratégias. Porquanto, como em muitas áreas da educação, o dualismo também se faz presente na formação de professores representado pelos paradigmas da *Racionalidade Técnica* e da *Racionalidade Prática*. No paradigma da *Racionalidade Técnica a* prática é vista como uma aplicação da teoria, o que supõe a superioridade do conhecimento teórico sobre os saberes práticos. No paradigma da *Racionalidade Prática* experiências práticas são propostas desde os primeiros anos de formação, nesse caso, a prática é o ponto de partida para o professor refletir sobre suas ações e (re)elaborar teorias e práticas.

Muitos cursos de licenciatura no Brasil estão fundamentados em um currículo que compreende três anos de formação técnica, mais um ano de disciplinas que abordam práticas pedagógicas e também o estágio supervisionado. A formação inicial nesses cursos está baseada no modelo da racionalidade técnica, em que, nos anos iniciais, são enfatizados os conteúdos teóricos de uma determinada área do conhecimento e, no último ano, a aplicação prática desses conteúdos no ensino (LONGHINI; NARDI, 2007, p. 71-72).

O paradigma da racionalidade técnica é derivado da filosofia positivista, a qual postula que as teorias e métodos adquiridos na formação inicial são universais para atenderem qualquer situação da realidade, ou seja, os profissionais solucionam problemas instrumentais, mediante aplicação da teoria e da técnica derivadas do conhecimento científico (SCHÖN, 2000, p. 15). Porém, na prática, há muitas situações singulares que fogem às regras do racionalismo técnico e possuem estruturas mal delineadas, que não se enquadram nas teorias e técnicas de um currículo definido na racionalidade técnica.

A insatisfação com a formação docente baseada na racionalidade técnica é expressa em um estudo das grades curriculares e ementas de 94 cursos de licenciatura realizado por Bernardete Gatti, o qual aponta que não há uma articulação entre as disciplinas de formação específicas (conteúdos da área disciplinar) e a formação pedagógica (conteúdos da docência). Além disso, Gatti constatou que raras instituições especificam em que consistem os estágios supervisionados e sob que forma de orientação são realizados (GATTI, 2009, p. 151).

Desse modo, as insuficiências da racionalidade técnica levaram à busca de epistemologias que fossem capazes de dar conta da complexidade das ações que se desenvolvem durante atividades práticas, o que possibilitou o desenvolvimento de uma epistemologia da prática (MONTEIRO, 2001, p. 129-130). PEREIRA (1999, p. 113) destaca que a epistemologia da prática na formação docente é definida pelo modelo da racionalidade prática através do qual,

> O professor é considerado um profissional autônomo, que reflete, toma decisões e cria durante sua ação pedagógica, a qual é entendida como um fenômeno complexo, singular, instável e carregado de incertezas e conflitos de valores. De acordo com essa concepção, a prática não é apenas *locus* da aplicação de um conhecimento científico e pedagógico, mas espaço de criação e reflexão, em que novos conhecimentos são, constantemente, gerados e modificados.

É importante ressaltar que a teoria não é negligenciada na racionalidade prática, pelo contrário, ela é significada pela prática, ou melhor, pela reflexão na prática. Dessa forma, a atividade profissional não é apenas a aplicação rigorosa e rotineira da teoria, mas também sua reestruturação, caso a situação exija, pois segundo SCHÖN (2000, p. 38-39), o profissional reflexivo,

> (...) responde àquilo que é inesperado ou anômalo através da reestruturação de algumas de suas estratégias de ação, teorias de fenômenos ou formas de conceber o problema e inventa experimentos para testar suas novas compreensões. Ele comporta-se mais como um pesquisador tentando modelar um sistema especializado do que como um "especialista" cujo comportamento é modelado.

No diálogo reflexivo de um investigador com sua situação problemática, a prática assemelha-se à pesquisa, na qual meios e fins dependem-se reciprocamente. Na racionalidade prática, a investigação significa um acordo com a situação, quando conhecer e fazer são inseparáveis. Antagonicamente, o modelo da racionalidade técnica parece radicalmente incompleto na conversação reflexiva com a situação, visto que a ação é apenas uma implementação de uma decisão técnica e, desse modo, separa o fazer do conhecer (SCHÖN, 2000, p. 70).

Convém salientar que John Dewey, no início do século XX, foi um dos precursores dos estudos sobre o processo de reflexão. Suas teorias apresentam-se como uma possibilidade de ruptura do modelo da racionalidade técnica alicerçando o paradigma da racionalidade prática (SOUZA; MARTINELI, 2009, p. 10773; SCHÖN, 2000, p. 228). Para DEWEY (1959a, p. 14), a reflexão não pode ser encarada como uma sequência de técnicas a serem aplicadas universalmente em uma situação, mas como uma consequência, uma reação

provocada por uma ação – na reflexão. Desse modo, cada ideia gera a seguinte como seu próprio efeito natural e, ao mesmo tempo, apóia-se na ideia antecessora ou a esta se refere.

Apesar dos esforços empregados na formação docente no intuito de auxiliar o aluno a estabelecer relações entre o que vivencia na universidade e o que vivenciará como professor na sala de aula, é evidente a separação entre esses dois mundos (MURRAY-HARVEY; SLEE, 2000). Sobre o distanciamento que a escola mantém da vida, DEWEY (1959b, p. 170) questiona,

> (...) Que existe aí de semelhante às condições da vida cotidiana, que possa ocasionar dificuldades e o desejo e a necessidade de vencê-las? Quase tudo comprova que o que mais se exige é ouvir, ler e reproduzir aquilo que foi dito e lido.

A dificuldade dos alunos em descobrir conexões entre a universidade e o mundo "real" do ensino, em parte, é resultado da organização curricular que separa os conteúdos em disciplinas, esperando que os alunos descubram ao longo do curso as relações entre elas (MURRAY-HARVEY; SLEE, 2000). No que tange à introdução de elementos tecnológicos na atuação docente, os professores encontram dificuldades para entender as complexas relações entre tecnologia, pedagogia e o conteúdo da disciplina que ministram porque, frequentemente, são ensinados de forma isolada na maioria dos cursos de licenciatura, e muitas vezes, em disciplinas optativas (SO; KIM, 2009, p. 102). A apropriação da informática pelos professores como um recurso que dê suporte ao processo de ensino e aprendizagem implica desenvolver situações em que o uso da tecnologia perpasse toda a formação inicial, soltando as amarras de uma visão pragmatista e tecnicista de uma disciplina isolada. Argumentando em favor desta perspectiva, SETTE et. al. (1999, p. 38) afirma que:

> Ao se tratar da Informática na formação de professores, entende-se que o suporte teórico constitui a base imprescindível ao domínio pedagógico das ferramentas computacionais. Por isso, a recomendação é que os cursos de Licenciatura conjuguem, de forma integrada na estruturação curricular, conteúdos oriundos das diversas ciências e outros voltados para a instrumentalização/profissionalização. Assim, o uso do computador se dará nos conteúdos e nas atividades desenvolvidas ao longo do curso, na construção do conhecimento, procurando evitar novas dicotomias que mais uma vez venham concorrer para a fragmentação da prática pedagógica.

Nesse âmbito, um ponto que merece reflexão é o fato de que o desenvolvimento de um conhecimento tecnológico que auxilie o conteúdo pedagógico deve ser encarado como um objetivo a longo prazo e ir além de uma única disciplina nas licenciaturas. Há a necessidade de implementarem conteúdos tecnológicos de forma sistemática e em perspectiva macro nos programas de formação de professores (SO; KIM, 2009, p. 104).

Neste tópico que aborda as experiências de uso do PBL na formação de professores convém situar o PBL no paradigma da racionalidade prática, dado que o papel da reflexão na prática profissional, tão relevante no PBL, foi inspirado pela obra de Donald Schön (UDEN; BEAUMONT, 2006, p. 50). No racionalismo prático, o aluno aprende por meio do fazer ou da *perfomance,* na qual ele busca tornar-se especialista e é ajudado nisso por profissionais que o instigam a *enxergar* por si mesmo as relações entre os métodos empregados e os resultados atingidos (SCHÖN, 2000, p. 25). O aluno assume o papel de um pesquisador da sua prática profissional, não apenas o de um replicador de métodos ou teorias. Assim, através da integração entre teoria e prática, situações de aprendizagem podem ser usadas no PBL para ajudar os alunos a refletir criticamente sobre questões da prática e compreender a integração entre conteúdos específicos, pedagogia e tecnologia.

Com o objetivo de traçar um breve panorama de experiências realizadas com a Aprendizagem Baseada em Problemas na formação docente, seguem exemplos que abordam o uso do PBL na formação de professores de computação, na formação de professores para utilização de ferramentas computacionais e na formação de professores do ciclo básico.

A Universidade de Glasgow, na Escócia, investiga a utilização das técnicas do PBL na formação inicial de professores nos cursos de Licenciatura em Educação Tecnológica e Bacharelado em Educação em Música. Sugere que há claras vantagens práticas no emprego do PBL nesses cursos. Os alunos se sentem mais desafiados pelas questões, os estudos de caso melhoram suas habilidades práticas, eles trabalham de forma interativa e se confrontam com situações da vida real, sobretudo, as circunstâncias de apresentação e comunicação. O trabalho em equipe permite compartilhar diferentes pontos de vista e desenvolver habilidades de ouvir e se relacionar com outras pessoas (MCPHEE, 2002, p 71). No entanto, a investigação ressalta a necessidade de se implementar o PBL na formação de professores em um contexto mais amplo que em uma única disciplina antes de verificar a sua eficácia, e evidentemente, isso significa um elemento de risco que algumas instituições podem considerar inaceitável (MCPHEE, 2002, p 73).

Nesse âmbito, a abordagem curricular do PBL foi idealizada para integrar a Educação em Ciências e a Tecnologia na Formação de Professores da Faculdade de Educação da Universidade de Massey, na Nova Zelândia. Ali a experiência chama a atenção para o caráter inovador da abordagem e constata que professores e alunos ainda não estão conscientes de todos os prós e contras da metodologia. Na visão dos alunos, o PBL curricular traz alguns pontos negativos como a demora do processo, a dificuldade de colaboração nos grupos, além de a aprendizagem autônoma ser particularmente difícil, uma vez que há a necessidade de

dimensionar o tempo, priorizar as tarefas e compartilhar suas descobertas sem que alguém lhes indique o que fazer. Entre as vantagens de uma abordagem PBL curricular, os alunos mencionaram que os conhecimentos e habilidades adquiridas são aplicáveis e transferíveis às outras áreas da vida. Adquiriram maior confiança no uso das tecnologias no contexto de ensino-aprendizagem, além de uma clara compreensão do conceito de integração curricular (BHATTACHARYA et al., 2004, p. 5).

A abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas também foi aplicada na disciplina de Tecnologia da Informação dos cursos de formação de professores da Universidade de Melbourne, na Austrália. A abordagem utilizada nessa instituição permitiu aos alunos investigar, em um ambiente rico em tecnologia, problemas autênticos que envolviam a tecnologia da informação no contexto de uma escola. Os alunos analisavam a situação proposta pelo problema e indicavam soluções alternativas e caminhos de ação para solucioná-lo, enquanto trabalhavam em equipe. O trabalho com problemas autênticos levou os alunos a refletir sobre o tipo de professor que eles gostariam de ser e como eles gostariam que seus futuros alunos aprendessem (CHAMBERS, 2001, p. 28).

Os participantes de um estudo em Singapura sobre a implementação do PBL no estágio supervisionado para integrar a tecnologia, a pedagogia e o conteúdo do conhecimento constataram algumas vantagens decorrentes do emprego de abordagens de aprendizagem centradas no aluno. Para esses futuros professores, o PBL implica benefícios como autonomia e responsabilidade do estudante na condução da aprendizagem, tarefas interessantes e inovadoras proporcionadas pelos problemas, estímulo ao pensamento criativo e diferentes estilos de aprendizagem mediante a integração da tecnologia com o PBL. No entanto, os estudantes perceberam algumas limitações na abordagem e a principal delas se refere ao tempo bastante longo para o desenvolvimento das atividades. Eles lembraram também que a abordagem seria mais eficaz se os estudantes e professores já tivessem habilidades técnicas com relação à tecnologia (SO; KIM, 2009, p. 110-111).

O PBL também foi empregado em uma disciplina intitulada “Introdução às TIC”, disciplina obrigatória na Faculdade de Educação da Turquia desde 1999. A experiência turca revelou que os alunos que estudavam com o PBL estavam muito mais motivados e produziam muito mais em comparação com os alunos que estudavam com os métodos tradicionais. Todavia, a abordagem parcial utilizada demonstrou que o professor/tutor ainda é o lado dominante na relação entre os elementos que participam do processo de aprendizagem no qual a tecnologia é tanto uma ferramenta quanto um objeto de estudo (GÜLSEÇEN; KUBAT, 2006, p.104-105).

No que se refere às situações-problema usadas na aprendizagem, um estudo da Escola de Educação da Universidade de Delaware constatou que alunos que cursaram a disciplina de Estudos Sociais usando o "modelo" PBL demonstraram empenho em trabalhar o conteúdo do currículo usando problemas do mundo real ao invés de problemas "escolares". Os chamados problemas "escolares" satisfazem as exigências da disciplina, porém possuem pouco vínculo com a realidade dos alunos. Desse modo, o estudo verificou que, ainda que o PBL não seja a metodologia que os alunos pretendam utilizar em suas aulas, os futuros professores demonstraram comprometimento em trabalhar mais autenticamente os problemas do currículo (MATUSOV et al., 2001, p. 249). Assim, embora o PBL exija grande investimento de tempo na formação de tutores capacitados a trabalhar com a metodologia, o ensino através dessa abordagem produz alunos independentes que podem continuar a aprender de forma autônoma nas carreiras que escolheram (GÜLSEÇEN; KUBAT, 2006, p.105).

De acordo com as vantagens evidenciadas no PBL, parece ser este um argumento consistente para a introdução e estudo dessa metodologia na formação inicial de professores. Todavia, cumpre ressaltar que o uso do PBL, nesse caso, é consideravelmente reforçado, se a abordagem da formação de professores for realizada a partir de uma perspectiva centrada no aluno mediante uma filosofia construtivista para a aprendizagem (MCPHEE, 2002, p. 65).

Dadas as questões abordadas neste capítulo, faz-se necessário a descrição do processo empírico desta pesquisa no que se refere ao seu contexto e aos seus sujeitos, bem como suas etapas de desenvolvimento. Tais temas são descritos no próximo capítulo.

6. A METODOLOGIA DA PESQUISA E A APLICAÇÃO DO PBL NA DISCIPLINA DE COMPUTAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Este capítulo tem o objetivo de discutir a metodologia utilizada na pesquisa, a coleta e a análise dos dados e o modo como ocorreu a implantação do PBL na disciplina de Computação do curso de Licenciatura em Química.

6.1. A Metodologia da Pesquisa

A busca por uma compreensão das ações que ocorrem em um ambiente educacional, no qual o PBL é a estratégia de ensino, levou o pesquisador a optar por uma abordagem metodológica que se preocupasse com o contexto e com a forma pela qual este contexto influencia no comportamento e opiniões dos alunos. Por esse motivo, a abordagem qualitativa foi escolhida para nortear este estudo, uma vez que as ações são mais bem compreendidas no ambiente natural em que ocorrem (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Além disso, a abordagem qualitativa é descritiva, ou seja, tudo que faz parte do contexto pode ser descrito e oferecer elementos para esclarecer pontos do objeto de estudo. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). A finalidade da descrição é atuar como auxiliar para o reconhecimento, assim, uma boa descrição é reconhecida em termos de facilidade para o leitor reconhecer o objeto. É este seu principal mérito: criar uma reprodução tão clara quanto possível do objeto de estudo. (MARTINS, 2008, p. 56). Outro ponto característico da pesquisa qualitativa é a importância dada à forma como diferentes pessoas interpretam suas experiências e à maneira como estruturam o mundo social em que vivem. O pesquisador qualitativo estabelece técnicas que lhe possibilitam levar em consideração as experiências sob a ótica do informador. Na abordagem qualitativa, a abstração do pesquisador é construída à medida que os dados vão se agrupando. Assim, uma teoria sobre um objeto de estudo começa a se desenvolver após passar algum tempo com os sujeitos, recolher e examinar os dados levantados (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50-51).

Ressalto que mais do que investigar as possíveis causas dos problemas educacionais no sentido de verificar qual problema acontece e por que acontece, esta pesquisa busca investigar uma possível solução (intervenção) para alguns problemas educacionais já enunciados no capítulo 4. Porém, é necessário deixar claro que isso não quer dizer que pesquisas que investigam as causas dos problemas educacionais são menos válidas que as pesquisas que intervêm nesses ditos problemas. O caso é que qualquer conhecimento, seja o comum ou o científico, necessita de um contexto de significação para que seja legitimado

como conhecimento, caso contrário se constitui como um fardo, um peso morto para o espírito. Assim, as pesquisas cujos resultados evidenciam a natureza dos problemas educacionais devem também fornecer subsídios para que a academia ou qualquer outro grupo social utilize de maneira efetiva tal conhecimento no ambiente escolar. Há que se compreender que a pesquisa também possui um caráter social e por isso deve propiciar benefícios para as pessoas "comuns" e não só para os "cientistas". Nesse sentido, BOGDAN & BIKLEN (1994, p. 300-301) consideram que uma pesquisa intervencionista, "Baseia-se nas próprias palavras das pessoas, quer para compreender um problema social, quer para convencer outras pessoas a contribuírem para a sua remediação", assim os investigadores qualitativos "podem ajudar as pessoas a viverem uma vida melhor".

Dessa maneira, a pesquisa-intervenção foi escolhida como metodologia neste estudo, uma vez que ela busca investigar um grupo na sua diversidade qualitativa, assumindo uma intervenção de caráter sócioanalítico. Este tipo de investigação representa uma crítica à política positivista de pesquisa, que nega o vínculo entre a origem teórica e a origem social dos conceitos (ROCHA; AGUIAR, 2003, p. 66). Na pesquisa-intervenção, o saber já incorporado no pesquisador e a reflexão sobre a ação partilhada pelo grupo social são elementos fundamentais para a construção do conhecimento científico. Nesse sentido, ROCHA E AGUIAR (2003, p. 67) propõem que a máxima "conhecer para transformar" seja substituída por "transformar para conhecer", uma vez que,

> O processo de formulação da pesquisa-intervenção aprofunda a ruptura com os enfoques tradicionais de pesquisa e amplia as bases teórico-metodológicas das pesquisas participativas, enquanto proposta de atuação transformadora da realidade sócio-política, já que propõe uma intervenção de ordem micropolítica na experiência social.

A pesquisa de intervenção tem a finalidade de produzir conhecimento acerca de uma ação desenvolvida junto a um grupo que partilha uma situação em comum. Para tanto, é fundamental a interação entre pesquisador e grupo pesquisado, pois segundo NORONHA (2008, 141), o processo de construção do conhecimento científico deve considerar que há um sujeito (pesquisador) que interage com o objeto da pesquisa, construindo-o e, ao mesmo tempo, sendo construído nesse processo. Em outras palavras, o conhecimento se constrói entre o que o pesquisador já sabe e o que ele vai descobrindo na ação investigativa. Temos, então, que, na pesquisa-intervenção, a relação dialética entre o pesquisador e o objeto da pesquisa fornece subsídios para análise da vida dos grupos na sua diversidade qualitativa. Semelhante abordagem significa que esse tipo de investigação tem como alvo o movimento, as rupturas que as ações individuais e coletivas imprimem no cotidiano (ROCHA, 2006, p. 171).

Mas para compreender a pesquisa-intervenção, SZYMANSKI & CURY (2004, p. 359) chamam a atenção para o aspecto etimológico do termo "intervenção" que, segundo as autoras, não deve ser entendido mediante um sentido autoritário que lembra interferência, mas em função da sua raiz etimológica que provém do latim *interventio*, *-onis* que significa “abono, fiança, garantia” e também significa “estar entre, interpor”. O significado de intervenção, como abono, fiança, garantia, aponta para a necessidade de segurança, ou seja, criar uma relação de confiança entre todos os participantes da pesquisa. E “estar entre” pressupõe que pesquisador e pesquisado encontram-se permeados por algo que lhes é comum. Nesse caso, diferentemente de outros métodos de pesquisa, não há o distanciamento entre pesquisador e pesquisado. Nessa perspectiva BAPTISTA et al. (2006) observam que,

> A pesquisa interventiva enfatiza os aspectos psicológicos tanto na aplicação da proposta quanto no conhecimento dos participantes, nas relações que são estabelecidas entre participantes e pesquisadores e também na compreensão, análise e exposição do conhecimento produzido.

6.1.1. Os Participantes da Pesquisa

Esta investigação concentrou-se em um aspecto particular no que se refere aos participantes da pesquisa, e embora a relação dos participantes com o todo tenha sido considerada, o pesquisador, pela necessidade de controlar a investigação, delimitou a matéria de estudo e concentrou-se no modo como os estudantes do curso de Licenciatura em Química constroem conhecimentos relacionados à computação mediante a metodologia PBL (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 91). Em uma pesquisa qualitativa, a escolha dos participantes tem um caráter proposital, porque o pesquisador seleciona os participantes em função dos interesses do estudo e da disponibilidade dos sujeitos (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999, p. 162).

A metodologia PBL foi desenvolvida com um grupo de 43 alunos, dos quais 14 eram homens e 29 mulheres com idades entre 17 e 24 anos (média de 19 anos de idade) cursando o 1º ano de faculdade.

Idade dos Alunos	Frequência das idades	Porcentagem das Idades	Ano de Nascimento do Aluno	Ano de Início na Educação Básica
17	2	4,65%	1992	1999
18	19	44,19%	1991	1998
19	10	23,26%	1990	1997
20	4	9,30%	1989	1996
21	4	9,30%	1988	1995
22	2	4,65%	1987	1994
23	1	2,33%	1986	1993
24	1	2,33%	1985	1992
Total	43	100,00%		

Tabela 1 – Idade dos participantes da pesquisa e ano de ingresso na Educação Básica.
Fonte: Dados colhidos pelo pesquisador mediante aplicação de questionário (APÊNDICE I)

No que se refere à predominância de uma faixa etária nas idades, 81,40% dos alunos possuíam idades entre 17 e 20 anos e 18,60% deles, entre 21 e 24 anos. Levando-se em consideração que os alunos iniciaram suas atividades escolares na educação básica com 7 anos de idade, a grande maioria, 35 alunos, ingressou na escola entre os anos de 1996 a 1999 conforme demonstra a Tabela 1. Nesse período, grandes transformações iriam refletir na escola, como a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96) que buscava normatizar a organização dos sistemas educacionais no Brasil (BRASIL, 1996), o uso doméstico do computador e o advento da Internet que iniciou um novo paradigma para a pesquisa acadêmica (GOMES, 2002, p. 119; CARNEIRO, 2002, p. 66). Como o foco deste estudo é o ensino das Tecnologias da Informação e Comunicação usando o PBL, a escolha dos participantes da pesquisa encontra um argumento consistente no fato de que é necessário incluir na formação de professores elementos que lhes possibilitem integrar o novo conhecimento adquirido por seus futuros alunos, mediante os meios tecnológicos, aos conhecimentos que deverão ser sistematizados pela escola (BELLONI, 2001, p. 27-28).

Com relação ao local de residência dos participantes da pesquisa, 53,48% dos alunos residiam em Presidente Prudente-SP, os outros 46,52%, em cidades vizinhas à Presidente Prudente. Todos, portanto, moravam na região Sudeste. Como pode ser observado na Tabela 2, o IBGE realizou um levantamento em 2008 acerca do acesso à comunicação nas casas dos brasileiros. A região Sudeste demonstrou ser a mais promissora no que se refere ao acesso à informação a partir da televisão e da Internet, 97,6% de seus domicílios possuem televisão e 31,5% de seus domicílios estão conectados à Internet, além de 40,0% dos lares possuírem microcomputador (IBGE, 2009, p. 60).

Região	Percentual de domicílios com serviços de acesso à comunicação no total de domicílios particulares permanentes (%)					
	Telefone		Rádio	Televisão	Microcomputador	
	Total	Somente móvel celular			Total	Com acesso à Internet
Brasil	82,1	37,6	88,9	95,1	31,2	23,8
Sudeste	88,9	29,3	93,0	97,6	40,0	31,5

Tabela 2 – Percentual de domicílios com serviços de acesso à comunicação no total de domicílios particulares permanentes na região sudeste – 2008.
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008.

Os dados do IBGE reforçam a pertinência do estudo com os participantes, sendo que os sujeitos desta pesquisa, potenciais futuros professores, também possuem uma carga enorme de informação e novos "modos de aprender", uma vez que estão envolvidos com a tecnologia, e não apenas com o meio tecnológico em si, mas com a rapidez, o volume, a qualidade e a acessibilidade da informação promovida por esses meios (BELLONI, 2001, p. 28).

É importante salientar que em uma pesquisa-intervenção, o pesquisador também é um participante da pesquisa. VEIGA (1985 apud NORONHA, 2008, p. 139) ressalta que, neste tipo de pesquisa, "pesquisadores e pesquisados seriam sujeitos ativos da produção do conhecimento". Assim, o autor desse estudo também se caracteriza como participante da pesquisa, tendo também em suas ações e reflexões elementos para a produção do conhecimento.

6.1.2. A Coleta de Dados

Este estudo fez uso de alguns procedimentos e instrumentos para o levantamento de dados, sendo que as estratégias selecionadas para esse propósito envolveram a observação, a aplicação de questionário e a coleta de documentos. As pesquisas qualitativas se caracterizam por fazer uso de uma grande variedade de técnicas e instrumentos para coleta de dados, entre eles, os mais utilizados são a observação, a entrevista e a análise de documentos (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999, p.163).

Observação Participante

As observações foram realizadas durante todo o período da pesquisa na sala de aula, e possibilitou a coleta de dados sobre o comportamento dos alunos na sala e a dinâmica das aulas na metodologia PBL. Elas foram registradas em um diário de campo por meio da escrita no momento da observação, e também após as aulas, quando o pesquisador estava em sua casa. O registro escrito é a forma mais frequentemente utilizada nos estudos de observação (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 32). O pesquisador selecionou a técnica da observação, dado que ela permite uma participação intensa do pesquisador no cotidiano do grupo em estudo, observando suas reações psicológicas, seu sistema de valores e sua forma de adaptação (MICHALISZYN; TOMASINI, 2007, p. 55). A observação foi utilizada pelo pesquisador para identificar a contribuição do PBL na aquisição pelos alunos de conhecimentos (conhecimento descritivo e explicativo), habilidades (conhecimento de processo) e atitudes.

Sobre a observação, convém salientar que a função do pesquisador no grupo era a de professor da disciplina, também denominado tutor. Desempenhar a função de professor ao mesmo tempo em que observava a dinâmica das aulas no PBL qualifica o pesquisador como observador participante da situação observada. A observação participante ocorreu durante todo um semestre letivo, durante o qual o pesquisador interagiu com os sujeitos ficando próximo a eles e participando das atividades normais do local de estudo (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999, p. 166; LAKATOS; MARCONI, 1985, p. 171). A observação participante representa a técnica mais eficiente para a coleta de dados quando o foco de estudo é uma organização, como uma escola, por exemplo, já que permite ao pesquisador uma observação detalhada de um contexto e a identificação dos diferentes processos que interagem no contexto estudado (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 90).

No que concerne ao grau de conhecimentos dos participantes sobre a observação, o pesquisador revelou-lhes que a metodologia PBL era o objeto de estudo do pesquisador e que por esse motivo necessitava implementar e acompanhar o processo do PBL no ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais. Houve um cuidado em não especificar em detalhes aos participantes o que se pretendia fazer para que isso não influenciasse no comportamento do grupo observado (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999, p. 167; LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 29).

Questionário

O objetivo do questionário (APÊNDICE I) foi levantar dados acerca da aceitação da estratégia PBL, além de fazer com que os alunos registrassem suas reflexões sobre seus desempenhos acadêmicos na metodologia. Sua elaboração levou em consideração os objetivos da pesquisa, tendo em vista que as respostas fornecidas seriam fundamentais para elucidar as questões deste estudo (GIL, 2006, p. 129; LAKATOS; MARCONI, 1985, p.179). Foram formuladas perguntas objetivas e padronizadas que continham questões abertas, ou seja, elas permitiam respostas livres. Também foram propostas questões fechadas, perguntas objetivas que traziam alternativas que deveriam ser escolhidas. As questões fechadas ofereciam três alternativas, pois um número muito grande de alternativas poderia causar confusão na escolha (GIL, 2006, p. 130). No que se refere ao respondente acreditar que seria julgado por suas respostas, o pesquisador teve o cuidado de deixar a identificação do participante como resposta opcional.

É importante frisar que quarenta e três alunos estavam devidamente matriculados na disciplina, todavia, por motivo de ausência durante a aplicação do questionário, quarenta e um alunos responderam ao questionário com 18 questões acerca da avaliação da metodologia. Todos os questionários foram respondidos individualmente em material impresso, no penúltimo dia de aula, favorecendo a documentação e tabulação dos dados apresentados.

Coleta de Documentos

A coleta de documentos desta pesquisa pode ser descrita como uma técnica de Documentação Direta, visto que o levantamento de dados ocorreu no próprio local onde os fenômenos ocorreram (LAKATOS; MARCONI, 1985, p. 167). O Quadro 3 evidencia que foram utilizados sete recursos documentais para compor a técnica da Documentação Direta. Entre os documentos coletados no final de cada sessão PBL constavam quadros referenciais de cada grupo, relatórios individuais, questionários de autoavaliação e trabalhos desenvolvidos pelos alunos (produtos). Outros documentos como os *e-mails* trocados entre o professor e os alunos, as postagens no fórum do ambiente TelEduc[4] e a avaliação formativa

[4] O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web. O ambiente foi desenvolvido pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Informações sobre o TelEduc estão disponíveis no seguinte endereço: http://www.teleduc.org.br.

(APÊNDICE IX) foram coletados durante todo o processo do PBL no transcorrer da disciplina e não apenas no fechamento de um problema.

Número	Documento Coletado	Momento da Coleta
1	Quadro Referencial	No encerramento de uma Sessão de PBL (Fechamento da Resolução do Problema)
2	Relatórios	No encerramento de uma Sessão de PBL (Fechamento da Resolução do Problema)
3	Autoavaliação	No encerramento de uma Sessão de PBL (Fechamento da Resolução do Problema)
4	Trabalhos dos alunos	No encerramento de uma Sessão de PBL (Fechamento da Resolução do Problema)
5	*E-mails*	No transcorrer da disciplina
6	Participação no ambiente TelEduc (Fórum e Correio)	No transcorrer da disciplina
7	Avaliação Formativa (Prova)	Em um momento pontual da disciplina, ocorrido no dia 07/05/2009.

Quadro 3 – Documentos coletados.

O Quadro Referencial (ANEXO II) foi esquematizado como uma tabela na qual os alunos registraram os passos desenvolvidos para a realização do PBL. O Quadro Referencial foi elaborado segundo modelos para acompanhamento do processo PBL já tradicionais nessa metodologia (DELISLE, 2000, p. 40; RIBEIRO, 2008, p. 150). Os relatórios individuais a respeito do processo de resolução do problema foram confeccionados pelos alunos mediante um modelo de relatório a eles fornecido. O questionário de autoavaliação (ANEXO III), com questões acerca da aprendizagem, foi esquematizado segundo um modelo proposto por DELISLE (2000, p. 44). A autoavaliação do 1º problema foi preenchida por 36 alunos; a do 2º, por 39 alunos; a do 3º por 39 alunos e a do 4º, por 26 alunos. Os trabalhos dos alunos (produtos), desenvolvidos pelos grupos no término da resolução de um problema, foram coletados em meio impresso e digital (no caso das planilhas eletrônicas e dos programas em Pascal).

Dentre os motivos que fizeram o pesquisador optar pela coleta de documentos está o fato de que esses documentos se constituem uma fonte poderosa das quais podem ser retiradas evidências que fundamentam os objetivos propostos neste estudo. Os documentos também são uma fonte "natural", que surge em um contexto e fornece informações sobre esse contexto (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 39). Um exemplo típico são as postagens no fórum, as contribuições nos fóruns que, por serem assíncronas, representam manifestações espontâneas mas, ao mesmo tempo, o texto digitado nesse ambiente passa por uma reflexão por parte de quem o escreve, ou seja, é um texto que reflete sentimentos espontâneos expressos de forma elaborada, constituindo um elemento facilitador para a análise de conteúdo. A Figura 3 mostra

que a resolução de um dos problemas utilizados neste estudo possibilitou a postagem de 214 mensagens no fórum. Para trabalhar com essa grande quantidade de dados, foi necessário imprimir e ler cada uma delas para determinar quais tinham conteúdos relevantes para a pesquisa.

Computação Básica para Química 2009

Fóruns de Discussão - Ver fórum

Busca | Ajuda

Fórum *Resolução do Problema 3*

Compor nova mensagem | Ordenar por: árvore

Mensagens (1 a 10 de 214)

#	Título	Autor	Relevância	Data
1.	Objetivo do Fórum	Sidney De Oliveira Souza	Relevância Não Avaliada	05/06/2009
2.	Comando Kbd	[redacted]	Relevância Não Avaliada	07/06/2009
3.	Re: Comando Kbd	[redacted]	Relevância Não Avaliada	17/06/2009
4.	Duvida	[redacted]	Relevância Não Avaliada	10/06/2009
5.	Re: Duvida	[redacted]	Relevância Não Avaliada	11/06/2009
6.	Re: Re: Duvida	[redacted]	Relevância Não Avaliada	11/06/2009
7.	Re: Duvida	[redacted]	Relevância Não Avaliada	16/06/2009
8.	Livros	[redacted]	Relevância Não Avaliada	10/06/2009
9.	Re: Livros	[redacted]	Relevância Não Avaliada	11/06/2009
10.	Re: Re: Livros	[redacted]	Relevância Não Avaliada	11/06/2009

<< Anterior Próxima >>

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Figura 3 – Postagens no fórum do TelEduc.

Nesse sentido, segundo Holsti (1969 apud LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 39) a análise documental é apropriada:

> Quando o interesse do pesquisador é estudar o problema a partir da própria expressão dos indivíduos, ou seja, quando a linguagem dos sujeitos é crucial para a investigação. Nesta situação incluem-se todas as formas de produção do sujeito em forma escrita, como redações, dissertações, testes projetivos, diários pessoais, cartas, etc.

É importante ressaltar que a leitura dos documentos foi fundamental para a elaboração das categorias de análise explicitadas no capítulo 8 desta dissertação.

6.1.3. A Análise de Dados

O critério utilizado para analisar os dados desta pesquisa foi observar as regularidades, ou a inexistência delas, no que se refere ao discurso sobre o impacto do PBL na construção de conhecimentos conceituais, procedimentais (habilidades) e atitudinais (atitudes), bem como a contribuição do PBL para desenvolver a autonomia do aluno e sua pertinência para contextualizar significativamente a futura realidade profissional do aluno. A validação ou não da metodologia PBL pelos alunos, observada sob uma perspectiva da análise de conteúdo, é fator decisivo para evidenciar a legitimidade da metodologia como aquela que potencializa o aprendizado de algoritmos e conteúdos computacionais de forma significativa em um curso de licenciatura.

Para tanto, foram selecionadas técnicas de Análise de Conteúdo com o objetivo de investigar as mensagens produzidas pelos participantes desta pesquisa. Convém entender por mensagens qualquer elemento de comunicação seja ela oral ou escrita.

A Análise de Conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações cuja intenção é obter indicadores (quantitativos ou não) que possibilitem a inferência de conhecimentos relativos às mensagens analisadas. Para isto, há a necessidade de empregar procedimentos sistemáticos e objetivos para descrever o conteúdo de tais mensagens. Desse modo, a Análise de Conteúdo é utilizada quando buscamos inferir (deduzir de forma lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio para responder questões como: Quais as causas que levaram à produção das mensagens?; Quais os possíveis efeitos das mensagens? (BARDIN, 2009, p. 40-41).

Os métodos utilizados nesta Análise de Conteúdo consistiram na exploração do material, na categorização, na codificação e na inferência. O referencial teórico e os objetivos desta pesquisa forneceram a base para que, na exploração do material, fossem criadas categorias iniciais para classificação dos dados. No processo de codificação, os dados foram recortados e agrupados em categorias definidas na exploração do material. É importante salientar que outras categorias foram criadas para que o conjunto mantivesse as características que BARDIN (2009, p. 147) considera como fundamentais para boas categorias:

- Exclusão Mútua: as diferenças entre as categorias devem ser bastante claras, de modo que cada elemento não possa existir em mais de uma categoria.
- Homogeneidade: os elementos incluídos em uma categoria devem estar integrados de forma lógica e coerente, regidos por um único princípio de classificação, assim, a

categoria pode ser formada por dados de diferentes fontes, mas devem compor uma unidade.

- Pertinência: uma categoria é dita pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido, quando pertence ao quadro teórico definido e quando reflete os objetivos da pesquisa.
- Objetividade e Fidelidade: o material de análise ao qual se aplica um conjunto de categorias deve ser codificado da mesma maneira, mesmo quando submetido a várias análises.
- Produtividade: uma grelha de categorias deve fornecer resultados férteis em índice de inferências, em hipóteses e em dados exatos (BARDIN, 2009, p. 147-148; LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 43).

Assim, a técnica de Análise de Conteúdo utilizada foi a "Análise Categorial", que "funciona por operações de desmembramento do texto em unidades temáticas", segundo a relação de semelhança entre as mensagens (BARDIN, 2009, p. 199).

Com o objetivo de facilitar a Análise de Conteúdo, no sentido de organizar, categorizar e recuperar os dados, foi utilizado o software QSR NVivo[5] Versão 8.0 (*Software for Qualitative Research*). Assim, as fontes de dados, tais como autoavaliações, mensagens de correio eletrônico, postagens no Fórum do TelEduc, respostas dadas aos questionários, relatórios e diários de campo foram inseridas na base de dados do software NVivo, como pode ser observado na Figura 4.

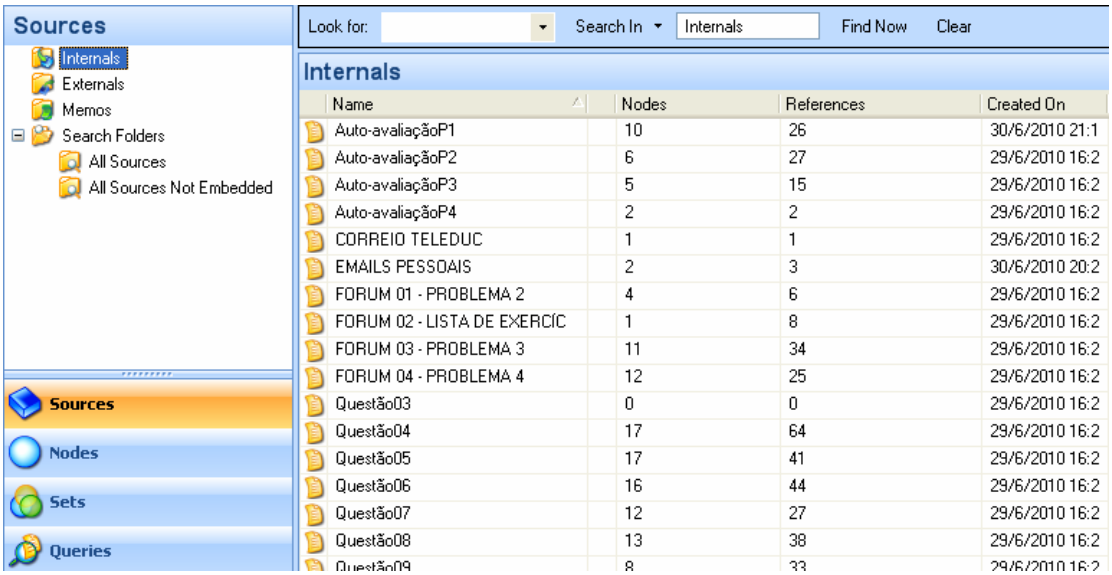


Figura 4 – Fontes de dados armazenadas no software NVivo.

[5] Copyright © QSR International Pty Ltd. 1999-2008. All rights reserved.

As categorias de análise, tanto as pré-definidas quanto as que surgiram a partir da leitura dos dados, são denominadas pelo NVivo como "*Nós*" e foram inseridas no software como árvores de categorias (*Tree Nodes*), ou seja, uma categoria poderia ter subcategorias. Por exemplo, a categoria "Habilidades" é mais geral e pode ter categorias mais específicas como "Solução de Problemas" ou "Trabalho em Grupo", entre outras. A grelha de categorias criada no software NVivo pode ser vista na Figura 5.

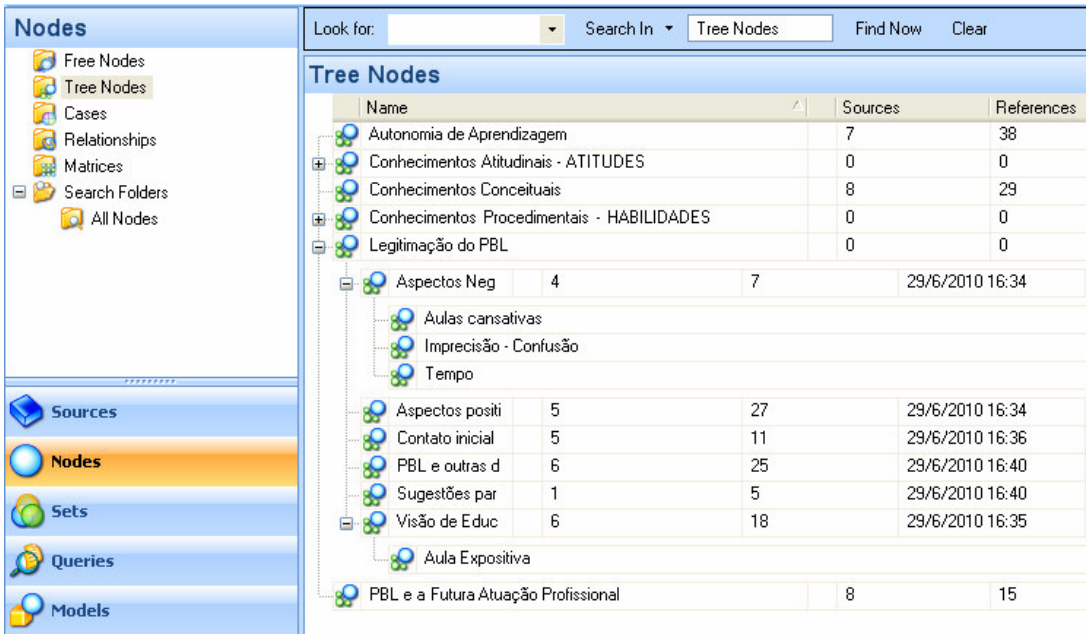


Figura 5 – Categorias criadas no software NVivo.

O processo de codificação dos dados permitiu reunir todo material relacionado com um tema ou categoria. Por exemplo, quando os alunos descreviam como "compartilhavam informações" a referência foi codificada na categoria "Comportamento Colaborativo". Para tanto foi necessário selecionar a fonte de dado (lado direito da Figura 6) e arrastá-la até a categoria específica (lado esquerdo da Figura 6).

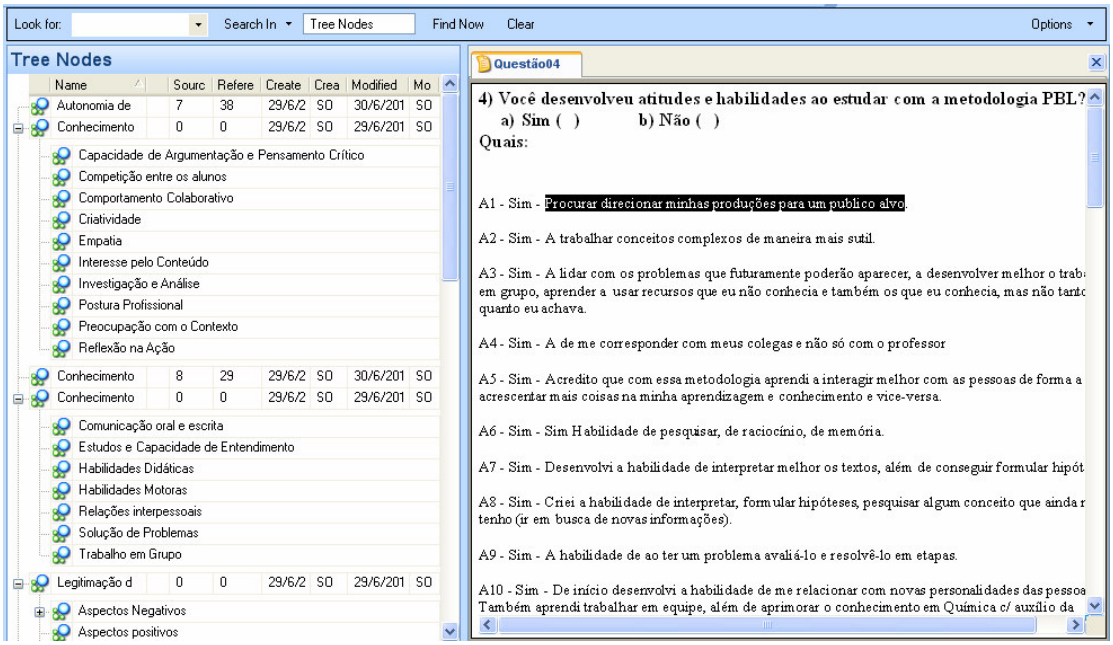

Look for:
Search In
Tree Nodes
Find Now
Clear
Options
Tree Nodes
Name
Sourc
Refere
Create
Crea
Modified
Mo
Autonomia de
Conhecimento
Capacidade de Argumentação e Pensamento Crítico
Competição entre os alunos
Comportamento Colaborativo
Criatividade
Empatia
Interesse pelo Conteúdo
Investigação e Análise
Postura Profissional
Preocupação com o Contexto
Reflexão na Ação
Comunicação oral e escrita
Estudos e Capacidade de Entendimento
Habilidades Didáticas
Habilidades Motoras
Relações interpessoais
Solução de Problemas
Trabalho em Grupo
Legitimação d
Aspectos Negativos
Aspectos positivos
Questão04
4) Você desenvolveu atitudes e habilidades ao estudar com a metodologia PBL?
a) Sim ( ) b) Não ( )
Quais:
A1 - Sim - Procurar direcionar minhas produções para um publico alvo.
A2 - Sim - A trabalhar conceitos complexos de maneira mais sutil.
A3 - Sim - A lidar com os problemas que futuramente poderão aparecer, a desenvolver melhor o trab
em grupo, aprender a usar recursos que eu não conhecia e também os que eu conhecia, mas não tanto
quanto eu achava.
A4 - Sim - A de me corresponder com meus colegas e não só com o professor
A5 - Sim - Acredito que com essa metodologia aprendi a interagir melhor com as pessoas de forma a
acrescentar mais coisas na minha aprendizagem e conhecimento e vice-versa.
A6 - Sim - Sim Habilidade de pesquisar, de raciocínio, de memória.
A7 - Sim - Desenvolvi a habilidade de interpretar melhor os textos, além de conseguir formular hipót
A8 - Sim - Criei a habilidade de interpretar, formular hipóteses, pesquisar algum conceito que ainda r
tenho (ir em busca de novas informações).
A9 - Sim - A habilidade de ao ter um problema avaliá-lo e resolvê-lo em etapas.
A10 - Sim - De início desenvolvi a habilidade de me relacionar com novas personalidades das pessoa
Também aprendi trabalhar em equipe, além de aprimorar o conhecimento em Química c/ auxílio da

Figura 6 – Processo de Codificação.

Como resultado, a codificação permitiu analisar, mediante relatórios separados por categorias, as regularidades referentes a um determinado tema. O relatório (Figura 7) apresentou as regularidades que compõem uma categoria e a descrição das várias fontes para essa composição.

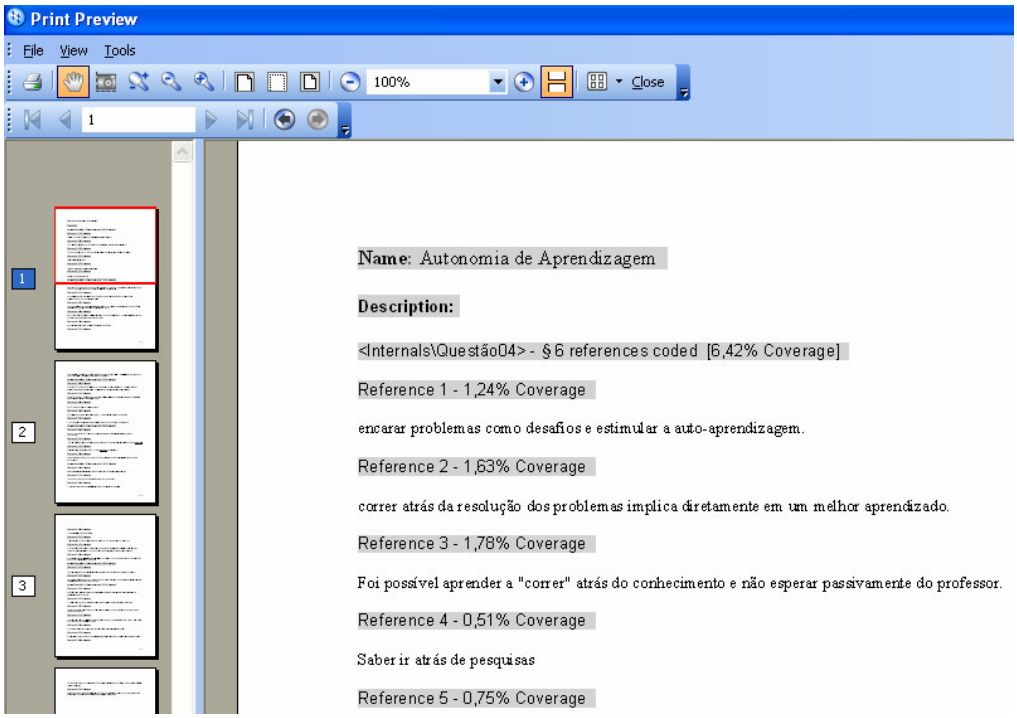

Print Preview
File
View
Tools
100%
Close
1
Name: Autonomia de Aprendizagem
Description:
<Internals\Questão04> - § 6 references coded [6,42% Coverage]
Reference 1 - 1,24% Coverage
encarar problemas como desafios e estimular a auto-aprendizagem.
Reference 2 - 1,63% Coverage
correr atrás da resolução dos problemas implica diretamente em um melhor aprendizado.
Reference 3 - 1,78% Coverage
Foi possível aprender a "correr" atrás do conhecimento e não esperar passivamente do professor.
Reference 4 - 0,51% Coverage
Saber ir atrás de pesquisas
Reference 5 - 0,75% Coverage

Figura 7 – Relatório de Categoria com dados de várias fontes.

A seleção de softwares para contribuir com a análise qualitativa é sustentada por BOGDAN e BIKLEN (1994, p. 239), uma vez que tais autores orientam pesquisadores iniciantes, que possuem familiaridade com o computador, a utilizar programas para auxiliar no registro, recuperação e classificação de dados. O argumento de defesa para o uso de tais programas é que possibilitam uma análise mais organizada e confiável, visto que,

> Estes programas eliminam a necessidade de múltiplas cópias em papel ou de maços de cartões especiais e de pastas desdobráveis cheias de notas recortadas. (...). Como os dados são facilmente recodificados, pode desenvolver sistemas de codificação durante a análise e mudá-los à medida que prossegue (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 241).

Ainda no que se refere à análise dos dados obtidos mediante a aplicação dos questionários, foi necessária a transferência das respostas dadas pelos alunos aos questionários para um programa de computador que permitisse uma análise estatística das respostas, além de uma análise das semelhanças e dessemelhanças das opiniões desses alunos. O programa selecionado foi o software SPSS for Windows (*Statistical Package for Social Sciences* - Versão 17.0, SPSS Inc, 2008), adotando-se variáveis para armazenar a resposta selecionada por um aluno em uma determinada questão. Dessa maneira, os dados foram analisados segundo informações estatísticas de frequência e cruzamentos de respostas. Embora o universo de pesquisados (43 alunos) seja relativamente pequeno, o uso do recurso de cruzamento de dados que o software SPSS oferece foi fundamental para evidenciar as relações que existem entre as concepções dos alunos. Por exemplo, a questão da legitimação do PBL como metodologia de ensino pode ser analisada observando se os alunos que acreditam que os objetivos da disciplina foram atingidos no PBL também acham que tal metodologia poderia ser utilizada em outras disciplinas.

Nessa direção, as questões objetivas foram transformadas em variáveis que guardariam o valor correspondente para cada alternativa vinculada à questão (APÊNDICE II). Cada questão objetiva foi transformada em variável porque o conteúdo varia de acordo com a resposta dada à questão por um determinado aluno. Por exemplo, a seguinte questão: "O PBL (*Problem-Based Learning*) permite ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de problemas?" foi transformada na variável **FH** e possui três alternativas: "Concordo", "Discordo" e "Não Tenho Opinião". A alternativa "Concordo" foi referenciada pela letra C, a alternativa "Discordo" foi referenciada pela letra D e a alternativa "Não Tenho Opinião" foi referenciada pela sigla NTO. Se um aluno selecionasse a alternativa "Discordo", a variável FH para esse aluno armazenaria o valor D. Do mesmo modo, se outro aluno

selecionasse a alternativa “Não Tenho Opinião”, a variável FH para esse outro aluno armazenaria NTO.

As respostas dos alunos a cada questão do questionário foram armazenadas em uma tabela de dados do SPSS. O exemplo da Figura 8 mostra uma visão parcial da tabela na qual as linhas A1, A2...A18 representam as respostas dos alunos para cada questão (colunas PROF, ATN, OBJ...FH).

ALUNO	PROF	ATH	OBJ	AVA	VANT	DESV	UQD	FH
A1	N	S	S	P	S	S	S	C
A2	N	S	S	P	S	S	S	C
A3	S	S	S	P	S	S	S	C
A4	S	S	S	P	S	S	S	C
A5	S	S	S	P	S	S	S	C
A6	N	S	S	P	S	S	N	C
A7	N	S	S	P	S	N	S	C
A8	S	S	S	P	S	N	S	C
A9	S	S	S	P	S	S	S	C
A10	N	S	S	P	S	S	S	C
A11	S	S	S	P	S	S	S	C
A12	S	S	S	P	S	S	S	C
A13	S	S	S	N	S	S	N	C
A14	S	S	N	P	S	S	S	C
A15	N	N	N	N	S	S	S	C
A16	S	S	S	P	S	S	S	C
A17	S	S	S	P	S	S	S	C
A18	N	S	N	N	S	S	NTO	C

Figura 8 – Tabela das respostas fornecidas ao Questionário.

Dessa maneira, a tabela desenvolvida no SPSS foi salva com a extensão do arquivo como *.sav, desempenhando papel fundamental para a elaboração dos dados estatísticos (APÊNDICE III), principalmente, dos cruzamentos entre as questões (APÊNDICE IV) e dos gráficos usados na análise. A partir desses elementos, foi possível identificar a ocorrência das respostas dos alunos e, consequentemente, sua porcentagem no que se refere à legitimação do PBL e sua contribuição para a aquisição de conhecimentos (conhecimento descritivo e explicativo), habilidades (conhecimento de processo) e atitudes. Convém destacar que as respostas espontâneas também foram consideradas na análise em função do caráter qualitativo desta pesquisa.

6.2. A Intervenção

Antes de descrever como ocorreu a intervenção, é de extrema relevância destacar que as situações-problema, ou cenários, utilizadas nesta intervenção foram organizadas em torno de projetos que contemplassem em seu desenvolvimento os conteúdos programáticos da disciplina de Computação. Nesse caso, o modelo de PBL que foi referência para esta intervenção tem inspiração no modelo de Aalborg (MOESBY, 2009, p. 43) e pode ser descrito como Aprendizagem Baseada em Problemas e Organizada em Projetos. Com relação ao formato de implantação do PBL, este se deu de forma parcial, ou seja, em uma única disciplina de um currículo convencional. Desse modo, as citações referentes ao PBL usado na fase empírica desta pesquisa estarão se referindo a uma abordagem parcial de Aprendizagem Baseada em Problemas e Organizada em Projetos, cujas justificativas para a escolha de tal abordagem e formato encontram-se descritas nesta seção.

Sobre a escolha de onde e como ocorreria a intervenção, em princípio, o pesquisador ansiava implementar e investigar o PBL em uma disciplina de introdução à programação de computadores no curso de Ciência da Computação por ser a que tradicionalmente traz dificuldades de aprendizagem aos alunos e altos índices de reprovação (COTA et al., 2004, p. 2; PIMENTEL et al., 2003, p. 2; RAPKIEWICZ et al., 2006, p. 1). No entanto, havia também a possibilidade de implementar o PBL na disciplina de Computação no curso de Licenciatura em Química. Tal disciplina, entre outros conteúdos relacionados à informática, aborda também a programação de computadores. Diante desse contexto, uma inquietação formou-se na mente do pesquisador: tendo em vista que a aprendizagem de programação de computadores e outros conteúdos da computação é algo desgastante para alunos que escolheram a área tecnológica para atuar, como ocorreria a aprendizagem e legitimação desses conteúdos por alunos que seriam profissionais de áreas distintas da computação?

É importante ressaltar que o objetivo essencial desta pesquisa é investigar a implantação do PBL no ensino e aprendizagem de algoritmos (programação de computadores) e conteúdos computacionais. Porém, uma disciplina de computação em cursos que não são dessa área oferece mais elementos para investigação de uma metodologia como o PBL que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem e a tecnologia como recurso coadjuvante na solução de problemas (MARTÍNEZ, 2004, p. 99). O dilema sobre a escolha do curso e da disciplina que seria alvo da intervenção solucionou-se quando o pesquisador consultou as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (MEC, 2008) e

também as Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática (MEC/SESu/CEEInf, 2008).

Embora ambos os cursos oferecessem disciplinas introdutórias que abordavam conteúdos computacionais semelhantes, desde os mais simples até os mais sofisticados como o desenvolvimento de algoritmos, fez-se necessário a seleção do curso/disciplina que seria o foco da intervenção. Assim, a escolha deu-se pela disciplina de Computação do curso de Licenciatura em Química em função de a disciplina de computação ser uma disciplina que não é o foco central do curso, oferecendo, dessa maneira, uma situação desafiante propícia para a aplicação do PBL.

De acordo com as Diretrizes Curriculares, a formação pessoal do licenciado em Química implica autoaperfeiçoamento contínuo, capacidade para estudos individuais ou em grupo, iniciativa na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas com o ensino de Química, bem como habilidade para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas (MEC, 2008, p. 7). Portanto, essas características fazem da disciplina de Computação do curso de Química um campo fértil para o estudo do PBL.

Outro motivo que levou o pesquisador a optar pela implantação do PBL na disciplina de Computação no curso de Química foi o fato de que não fica claro para os alunos a importância da disciplina de computação em um curso que, embora também seja da área de ciências exatas, não tem o objetivo de formar profissionais da computação. Muitos crêem que os conteúdos não serão utilizados na sua prática profissional. A situação se agrava nos casos dos alunos que têm pouca intimidade com computadores (RODRIGUES, 2004, p. 2). Essa visão se comprovou no primeiro dia de aula na metodologia PBL, quando uma aluna inquiriu o professor sobre a pertinência da disciplina de computação no curso de Química: "*Professor, por que temos que aprender programação no curso de Química? Qual a utilidade disso?*". Esse questionamento confirma a pertinência da investigação do PBL no curso de Química, uma vez que dentre as várias características do PBL está a de colocar o aluno em contato com a realidade profissional desde o primeiro ano da faculdade, construindo conhecimentos a partir de problemas da vida real (RIBEIRO, 2008, p. 15). Nessa perspectiva, o uso do PBL isoladamente em uma disciplina de computação em cursos da área de informática se justificaria simplesmente como mais uma técnica de ensino/aprendizagem, ao passo que seu uso na disciplina de computação do curso de Química, mesmo que também de forma isolada e não curricular, possibilita que a metodologia PBL conduza os alunos a uma percepção mais ampla de integração da disciplina ao curso.

Para viabilizar a intervenção, o pesquisador, professor responsável pela implantação do PBL na disciplina de Computação, ficou com a tarefa de formular os problemas com antecedência para posteriormente apresentá-los na sala de aula, de acordo com o desenvolvimento dos alunos ao longo da disciplina, baseando os problemas em um contexto familiar aos alunos. Ao concluir cada problema, ele era submetido via *e-mail* ao aval do orientador, professor titular da disciplina. Os problemas faziam referência a situações práticas do cotidiano da área do curso e foram organizados de modo a contemplar pequenas unidades temáticas. É importante evidenciar que os temas foram definidos criteriosamente, respeitando o conteúdo programático da disciplina (PINHEIRO; BURINI, 2007).

Em sala de aula, o professor solicitou aos alunos a formação de grupos com cinco a oito alunos, que receberam o problema para resolvê-lo de forma colaborativa. O problema foi apresentado aos grupos sem informações anteriores para sua elucidação, como ponto de partida e condutor do processo de aprendizagem. A solução de alguns problemas se desenvolveu em caráter interdisciplinar, integrando informações de outras disciplinas presentes no curso (MASETTO, 2004).

Todo aprendizado foi centrado no aluno. Por esse motivo cada grupo ficou incumbido de designar um redator responsável por registrar todas as contribuições levantadas em cada fase do PBL. A solicitação do registro das atividades teve o objetivo de garantir que as várias fases da discussão do grupo fossem transcritas de forma que o grupo não fugisse do foco do problema, não perdesse o objetivo da discussão e, dessa maneira, não retornasse para assuntos já debatidos e, sobretudo, para que comparasse as ideias iniciais com a resolução final do problema, registrando progresso da aprendizagem. Cada grupo também indicou um líder, cuja função foi de garantir que a discussão do problema se desenvolvesse de forma metódica e que todos os integrantes do grupo fizessem parte do debate. Cada grupo também elegeu um porta-voz, cuja função era explicitar as questões e ideias levantadas pelo grupo, o porta-voz conduzia oralmente as discussões, no entanto, outros membros do grupo também tinham direito a se manifestar. É importante esclarecer que houve uma rotatividade constante entre os alunos que ocuparam essas funções.

O grupo participou de reuniões periódicas com o professor denominado tutor, cujas atribuições eram as de propor o problema, orientar o trabalho em equipe, acompanhar o debate, planejar as estratégias e o processo de avaliação. O tutor também ficou responsável por estimular a reflexão acerca da pertinência das informações levantadas pelo grupo e por fazer com que os alunos atingissem objetivos próximos aos imaginados para aquele problema. As hipóteses dos alunos sobre as possíveis resoluções dos problemas ou seus desfechos foram

apresentadas ao tutor em seminários e em conversas informais na sala de aula. A reflexão sobre a experiência foi uma constante durante o percurso realizado pelo aluno na exploração do objeto educacional. Em decorrência, os alunos foram estimulados a especificarem os motivos que os levaram a optar por uma solução em detrimento de outra.

Foram realizadas dois tipos de avaliações na disciplina:

- ✓ Uma autoavaliação (ANEXO III) que foi aplicada ao término de cada problema e que consistia em os alunos autoavaliarem a aprendizagem mediante a estratégia PBL. A autoavaliação se deu por meio de um questionário com critérios pré-estabelecidos que deveriam ser mensurados pelos alunos.
- ✓ A outra foi uma avaliação formativa (APÊNDICE IX), ou seja, uma prova, desenvolvida com o intuito de avaliar a competência individual dos alunos em solucionar problemas e avaliar conhecimentos de conteúdos que foram desenvolvidos durante as sessões tutoriais do PBL. Cumpre destacar que a avaliação formativa foi realizada também em função de ser uma exigência da Universidade onde se realizou o estudo.

Desse modo, a intervenção se deu por intermédio da implantação do PBL como estratégia de ensino e aprendizagem na disciplina de Computação no curso noturno de Licenciatura em Química de uma Instituição Estadual no período de 12 de março de 2009 a 13 de julho de 2009, compreendendo o primeiro semestre letivo do referido ano. O formato do PBL, nesse caso, é parcial, uma vez que foi implantado em uma única disciplina de um currículo convencional (RIBEIRO, 2008, p. 21).

6.2.1. A Elaboração dos Problemas

Antes de delinear o processo de elaboração dos problemas utilizados nesta pesquisa se faz necessário diferenciar o problema utilizado no PBL daqueles de fim de capítulo e estudos de casos propostos em aulas tradicionais. Os problemas de aplicação da teoria, comuns nas instituições, servem para ilustrar a aplicação de informações adquiridas anteriormente, ou seja, após apresentar a teoria, são analisados casos em que ela se aplica para demonstrar a utilização dos princípios estudados. No PBL, o problema é colocado antes do estudo da teoria, como desencadeador da busca e do estudo dos conceitos e da teoria necessários para sua explicação. Da situação problemática, da prática, por isso mesmo mais complexa, parte-se em direção à teoria (MASETTO, 2004).

A proposta da Aprendizagem Baseada em Problemas foi desenvolvida neste estudo empregando-se quatro situações-problema apresentadas aos alunos na forma de texto. A seleção dos temas para a composição das situações-problema teve como subsídio a análise do Programa de Ensino da Disciplina de Computação (ANEXO I), cujos itens foram levados em consideração para elaboração dos problemas, tais como os objetivos da disciplina, o conteúdo programático e a ementa (DELISLE, 2000, p. 28). É importante enfatizar que o PBL em seu formato original é implantado de forma curricular (RIBEIRO, 2008, p. 21) e a elaboração dos problemas e todo processo subsequente do PBL deve levar em consideração a organização do currículo, ou seja, no PBL curricular é crucial o desenvolvimento de um currículo que se ajuste ao contexto da Aprendizagem Baseada em Problemas (TOMAZ, 2001a, p. 111).

Desse modo, buscou-se na elaboração dos problemas que eles tivessem uma estruturação incompleta (problemas abertos) possibilitando várias soluções. No entanto, em função do PBL ter sido implantado em uma disciplina isolada de um currículo tradicional o grau de estruturação dependia do conteúdo programático da disciplina o que impossibilitou problemas totalmente abertos, mesmo porque POZO (1998, p. 21) lembra bem que não existem problemas totalmente abertos, exceto aqueles cuja solução seja impossível e que cuja natureza das ciências, sociais ou exatas, interfira no modo como os problemas são estruturados. Além disso, recomenda-se a elaboração de problemas mais estruturados na fase inicial de implantação da metodologia, período em que os alunos estão se adaptando ao PBL (RIBEIRO, 2008, p. 32). O'KELLY et. al. (2005, p. 48) chamam a atenção para o fato de que estudantes do primeiro ano, que estão fazendo a transição de um ambiente escolar centrado no professor para um ambiente universitário com maior autonomia de aprendizagem, podem ter a comodidade de resolverem problemas bem definidos.

Assim, os problemas elaborados podem ser classificados como semiestruturados pois foram concebidos de modo que os alunos investigassem a teoria, ou seja, buscassem as informações necessárias para achar as soluções possíveis (DELISLE, 2000, p. 31), porém usando recursos pré-estabelecidos no conteúdo programático.

A estrutura textual dos problemas foi organizada da seguinte forma: título do problema, tema, objetivos de aprendizagem, cronograma de desenvolvimento, problema, produto a ser desenvolvido, modo de avaliação e recursos para a aprendizagem (bibliografia). A organização textual dos problemas está em concordância com o que, segundo CAPRARA (2001, p. 146), deve conter no texto de um problema semiestruturado:

> 1) um título, potencialmente sugestivo, que direcione o interesse para um tema central; 2) um texto claro, não muito extenso nem prolixo; 3) instruções colocadas

> ao final do texto e às vezes expressadas de forma interrogativa e que, assim como o título, dirijam a discussão para um tema definido e explicitem como abordar o problema.

Com relação à situação proposta pelos problemas, a forma como foram redigidas faz com que sejam identificadas como sendo do tipo "obstáculo de processo", pois foram construídas ao redor de um personagem (o próprio aluno já como profissional da sua área) que precisa realizar uma ação e não sabe como proceder (CAPRARA, 2001, p.148). Esse tipo de situação problemática coloca o aluno em uma posição de aprendiz de profissional, o que significa lhe dar alguma coisa para fazer e não alguma coisa para estudar. O ato de fazer exige a reflexão, implica estabelecer relações com as coisas, desse modo, naturalmente, resulta aprendizagem. Evidentemente, uma situação que busque promover a reflexão não pode ser baseada em uma ação rotineira, mas deve ser algo novo e por esse motivo incerto e problemático (DEWEY, 1959b, p. 169).

Gordon (1998 apud RIBEIRO, 2008, p.32) estudou problemas utilizados em metodologias ativas e classifica como "cenários" os problemas que envolvem uma atuação ativa do aluno em sua futura atuação profissional:

> *Cenários*: problemas em que os alunos assumem papéis condizentes com suas futuras atuações profissionais em contextos da vida real ou em cenários fictícios (simulações), nos quais começam a ser ver em papéis reais na medida em que desenvolvem os conhecimentos e habilidades necessários para serem bem sucedidos na escola e além desta.

O contexto geográfico selecionado como cenário para as situações-problema foi a cidade de Oliveira de Fátima[6], escolhida por se constituir como um cenário desconhecido para os alunos e, por essa razão, mais suscetível a servir de cenário para situações extremas e problemáticas. Foram desenvolvidas quatro situações-problema enfocando os conteúdos programáticos definidos no programa de ensino da disciplina de Computação do curso de Licenciatura em Química (ANEXO I). A História do computador, processadores de textos e a diagramação textos e elementos gráficos foram conteúdos trabalhados na situação-problema com o título de "Componentes Internos de um Computador" (APÊNDICE V). As planilhas eletrônicas, fórmulas e gráficos foram objetos de estudo da situação-problema intitulada "Planilha Indicativa de Alimentos Ácidos, Neutros ou Básicos" (APÊNDICE VI). A Linguagem de programação Pascal foi tema de estudo da situação-problema intitulada

[6] Cidade do interior do Estado do Tocantins. Segundo o Censo Populacional de 2010, Oliveira de Fátima possui 1035 habitantes, dos quais 815 estão concentrados na área urbana e 220 na área rural. Censo Populacional 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (29 de novembro de 2010). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_tocantins.pdf. Acesso em: 15/12/2010.

"Programa de Computador para Apoio às Aulas de Química" (APÊNDICE VII). E, por fim, os Objetos de Aprendizagem para o ensino da Química foram trabalhados na situação-problema intitulada "Seleção e Análise de Objetos de Aprendizagem" (APÊNDICE VIII). Cumpre destacar que o conteúdo "Internet no ensino de Química" não foi alvo de uma situação-problema especifica, porque representou um recurso de pesquisa utilizado na resolução de todos os problemas. O período entre a sessão de abertura (entrega da situação-problema) e o fechamento (resolução do problema) teve um tempo médio de 3 semanas para cada problema. Abaixo, segue uma descrição das inspirações e motivações para a elaboração de cada uma das quatro situações-problema.

Primeiro Problema: "Componentes Internos de um Computador"

O texto do primeiro problema coloca o aluno como um professor já formado, ministrando aulas na escola de Oliveira de Fátima, interior do Tocantins, tendo que trabalhar com a informática em sala de aula em um contexto particularmente difícil, ou seja, havia um laboratório de informática na escola, mas os alunos não conheciam nada sobre computadores. A partir dessa situação, o professor deveria desenvolver um material didático para orientar os alunos sobre os computadores e seu uso.

A intenção da resolução do primeiro problema foi fazer com que o aluno utilizasse um processador de texto de forma contextualizada. Assim, o aluno aprenderia a usar um balão de mensagem não porque era um conteúdo da disciplina, mas porque a aprendizagem de tal recurso era fundamental para a produção de um material pedagógico e, consequentemente, para a resolução do problema.

Dentre os conhecimentos procedimentais, o problema contemplava a aquisição de habilidade no uso do processador de textos e habilidades didáticas para sintetizar e expor o conteúdo. Acerca dos conhecimentos explicativos, era essencial a construção de conceitos relacionados à informática básica e suas representações textuais e figurativas em um material pedagógico. O problema visava também a desenvolver nos alunos conhecimentos atitudinais (atitudes), como preocupação com o contexto social e respeito pelas características dos seus futuros alunos.

Segundo Problema: "Planilha Indicativa de Alimentos Ácidos, Neutros ou Básicos"

No segundo problema, o aluno continuava como professor na escola de Oliveira de Fátima e estava às voltas com uma classe que demonstrava um desinteresse crescente. A ocorrência de uma situação na sala de aula fez com que o professor tivesse a ideia de utilizar uma planilha eletrônica como ferramenta computacional para auxiliar uma experiência química e, desse modo, estimular o aprendizado dos alunos.

A ideia para a situação abordada no segundo problema nasceu de uma conversa entre o tutor/pesquisador e um aluno da disciplina de computação do curso de licenciatura em Química. O aluno que, eventualmente, atuava como professor substituto em salas de aula de nível médio em uma escola pública, descreveu para o tutor suas ideias de utilizar a informática como recurso adicional em suas aulas de química. O aluno falou sobre o que para ele era umas das justificativas para esta ação pedagógica: o pouco interesse que ele notava em seus alunos quando estava expondo algum conteúdo. Assim, o pesquisador decidiu iniciar a narrativa do segundo problema com uma situação semelhante à descrita pelo aluno, mas que envolvia diretamente conceitos da química com recursos da informática para estimular os alunos. Nesse sentido, CAPRARA (2001, p. 151) orienta que na elaboração das situações-problema "é necessário levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, assim como suas capacidades profissionais".

O processo de resolução do segundo problema objetivava a aquisição de conhecimentos procedimentais no que se refere à habilidade no uso da planilha eletrônica e à habilidade na condução de experiências químicas. Buscava, ainda, estimular a aquisição do conhecimento explicativo na construção de conceitos químicos como ácidos e bases e como deveriam ser representados em uma planilha eletrônica. No tocante ao conhecimento atitudinal, a situação-problema visava a desenvolver nos alunos a preocupação com a contextualização do conteúdo trabalhado em sala de aula.

Terceiro Problema: "Programa de Computador para Apoio às Aulas de Química"

O terceiro problema novamente situava o aluno como professor da escola de Oliveira de Fátima, deparando-se agora com a seguinte situação: seus alunos tinham dificuldades em compreender cálculos utilizados em fórmulas químicas, pois vivenciavam um histórico de vários problemas na disciplina de matemática. O professor, por ter tido excelente resultados no uso do computador em sala de aula, resolveu desenvolver uma calculadora química para

auxiliar os alunos nas aulas, porém a calculadora seria criada mediante instruções dos alunos, ou seja, o raciocínio lógico para compor as fórmulas e regras deveria ser elaborado por eles próprios.

A elaboração do terceiro problema teve inspiração em uma situação real vivenciada pelos alunos do curso de licenciatura em Química, eles encontravam-se na seguinte circunstância: o semestre letivo havia começado em março e até fins de abril os alunos estavam sem aulas de cálculo em função da falta de professor contratado para essa disciplina. Dessa forma, o pesquisador fez uso de tal circunstância, que era compartilhada por todos os alunos, para iniciar o terceiro problema, buscando uma identificação e legitimação do problema por parte dos alunos.

O processo de resolução do terceiro problema tinha o objetivo de estimular nos alunos o conhecimento procedimental de uma linguagem e ferramenta de programação, ou seja, estimular a aquisição de habilidade no uso da Linguagem de Programação Pascal para desenvolver algoritmos. Com relação ao conhecimento explicativo, o problema primava pelo estímulo do raciocínio lógico e pela capacidade de representar conceitos e fórmulas químicas através de uma linguagem de programação. O conhecimento atitudinal se fez presente na resolução do problema no sentido de os alunos desenvolverem a empatia, ou seja, a capacidade de se colocar no lugar do outro.

Quarto Problema: "Seleção e Análise de Objetos de Aprendizagem"

O quarto e último problema colocava o aluno ainda como professor na escola de Oliveira de Fátima. Ele se deparou com uma situação na qual precisaria entender o significado de objetos de aprendizagem para elaborar uma análise que ficaria disponível na escola para orientar os professores no uso desse recurso educacional. O processo de resolução do quarto problema tinha o objetivo de estimular nos alunos a aquisição de conhecimento procedimental no que se refere à elaboração de um texto crítico utilizando as normas da ABNT. O conhecimento explicativo foi estimulado pela construção de conceitos sobre a definição, qualidade, usabilidade e potencial dos objetos de aprendizagem. O conhecimento atitudinal, estimulado pela resolução do problema, referia-se à aquisição de uma postura argumentativa. Além dos conhecimentos atitudinais inerentes a cada problema, buscou-se, no processo de resolução, estimular atitudes como comportamento colaborativo, trabalho em grupo, criatividade, postura profissional, reflexão na ação para resolver dilemas educacionais, investigação e análise, e, sobretudo, autonomia de aprendizado no sentido de aprender a aprender.

É importante esclarecer que o uso de um único contexto geográfico (uma escola da cidade de Oliveira de Fátima no interior do Tocantins) para a composição das situações-problema justifica-se pelo fato de a disciplina de Computação do curso de licenciatura em Química contemplar apenas um semestre letivo com quatro meses de aulas. Em consequência, a restrição do tempo fez com que o pesquisador buscasse uma linearidade entre os problemas, para que os alunos se sentissem como profissionais da escola desde o primeiro problema. De outro modo, se cada problema fosse situado em um contexto diferente, a atitude de profissional, buscada em todos os problemas, poderia ser prejudicada, pois haveria um esforço muito maior para legitimar situações que não privilegiassem as regularidades de um contexto profissional. Porém, caso haja um tempo maior para a aplicação do PBL não é aconselhável a utilização do mesmo cenário para todos os problemas para que não sobrevenha o risco de os alunos ficarem entediados a cada vez que receberem uma nova situação-problema.

Convém salientar também que as situações-problema eram mais estruturadas em alguns problemas em função de alguns tópicos do conteúdo programático da disciplina serem bastante objetivos (ANEXO I). Além disso, os problemas deveriam garantir que todos os tópicos seriam trabalhados minimamente. Todavia, não é a decisão mais acertada amarrar os problemas do PBL a uma ementa objetiva, visto que na elaboração dos problemas se espera um pensamento mais abrangente acerca dos conteúdos que deverão ser contemplados. Evidentemente, tal perspectiva deve estar de acordo com a filosofia da Instituição Educacional. Assim, para obter o máximo desempenho dos alunos no processo PBL, que fique claro, quando se trabalha PBL parcial e não o curricular, o ideal seria ter uma ementa com conteúdos programáticos flexíveis que abordassem temáticas de tecnologia e conteúdos específicos e não apenas ferramentas computacionais. Desse modo, é uma tarefa bastante difícil estruturar os problemas o menos possível e ainda assim contemplar minimamente, mesmo que de forma implícita, os conteúdos programáticos na construção narrativa dos problemas. Nesse campo, CAPRARA (2001, p. 143) deixa claro que,

> A elaboração do texto de problemas é um componente importante no processo de desenvolvimento de um curso de PBL e se dá no âmbito do desenho do currículo.

Uma vez que as pesquisas qualitativas se caracterizam pela descrição do fenômeno estudado, descreverei no próximo capítulo a experiência de utilização do PBL como estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais em um curso de licenciatura.

7. A DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA INTERVENÇÃO

A metodologia PBL foi utilizada em 83,3% das aulas de computação, ou seja, em 15 dos 18 encontros realizados às quintas-feiras. Cada encontro compreendia 4 horas semanais, das 19:00 às 23:00. Em função do tempo escasso para o aprendizado de técnicas de programação de computadores, 16,7% das aulas foram desenvolvidas mediante aulas expositivas com o objetivo de dar suporte ao aprendizado da linguagem de programação Pascal, essencial para a resolução do problema de número 3 (APÊNDICE V). A condução das aulas na estratégia PBL ficou delegada a mim, no entanto, o professor responsável pela disciplina acompanhou todo o processo. Desse modo, o levantamento de dados ocorreu simultaneamente com as atividades destinadas à resolução dos quatro problemas propostos (Quadro 4).

Número	**Título da Situação-Problema**	**Tempo médio utilizado na resolução do problema**
1	"Componentes Internos de um Computador"	3 Semanas
2	"Planilha Indicativa de Alimentos Ácidos, Neutros ou Básicos"	3 Semanas
3	"Programa de Computador para Apoio às Aulas de Química"	3 Semanas
4	Seleção e Análise de Objetos de Aprendizagem	3 Semanas

Quadro 4 – Situações-problema desenvolvidas.

Para que o leitor possa ter uma ideia de como foi realizado o processo PBL na resolução dos problemas, o primeiro problema será narrado com o máximo de detalhes na seção *7.1 O Início do Processo PBL*. A narrativa detalhada do processo PBL realizado no primeiro problema é fundamental em virtude de ser o primeiro contato dos alunos com uma metodologia de ensino e aprendizagem que rompeu com muitos aspectos educacionais conhecidos por eles. É importante ressaltar que a partir do segundo problema a dinâmica do PBL possui muitas semelhanças com a descrita no processo de resolução do primeiro problema. Uma vez que o PBL representa uma metodologia com atividades pré-definidas, tais como leitura do problema, esclarecimentos de termos, discussão, levantamento de hipóteses, estudo autônomo, entre outras, a descrição do processo de resolução de cada problema tornaria a leitura extenuante.

Visando a garantir o anonimato dos alunos, eles serão identificados pela sigla “A” acompanhada de um número no intervalo de 1 a 41. O texto referente às falas dos alunos será transcrito em itálico e entre aspas. Ele apresentará a transcrição literal das respostas e falas dos alunos e os eventuais erros de concordância, acentuação ou sintaxe nas frases não são de responsabilidade do autor desta pesquisa.

Quando houver necessidade de falar sobre os trabalhos desenvolvidos pelos Grupos, estes serão denominados da seguinte forma: Grupo A, Grupo B, etc. É importante salientar que o codinome de um grupo não significa que o grupo manteve a mesma formação de membros. Por exemplo, o Grupo A formado para resolver o primeiro problema pode ser composto pelos alunos A01, A2, A3 e A4; e o Grupo A formado para resolver o segundo problema pode ser composto pelos alunos A7, A8, A9 e A10. A utilização dos codinomes para os grupos possui a única intenção de distinguir os grupos envolvidos na resolução de um problema específico.

7.1. O Início do Processo PBL

Antes de explicitar o modo como decorreu a resolução do primeiro problema e o desenvolvimento da aula na metodologia PBL, convém descrever a primeira impressão que tive ao observar os alunos e o ambiente. Ao entrar na sala de aula, acompanhado pelo professor responsável pela disciplina, notei que os alunos estavam acomodados de modo bastante formal nas carteiras dispostas na sala de aula em fileiras, uma representação de como estava a sala de aula pode ser observada na Figura 9. Os alunos olhavam fixamente para os professores com um semblante que denunciava o aguardo de instruções.

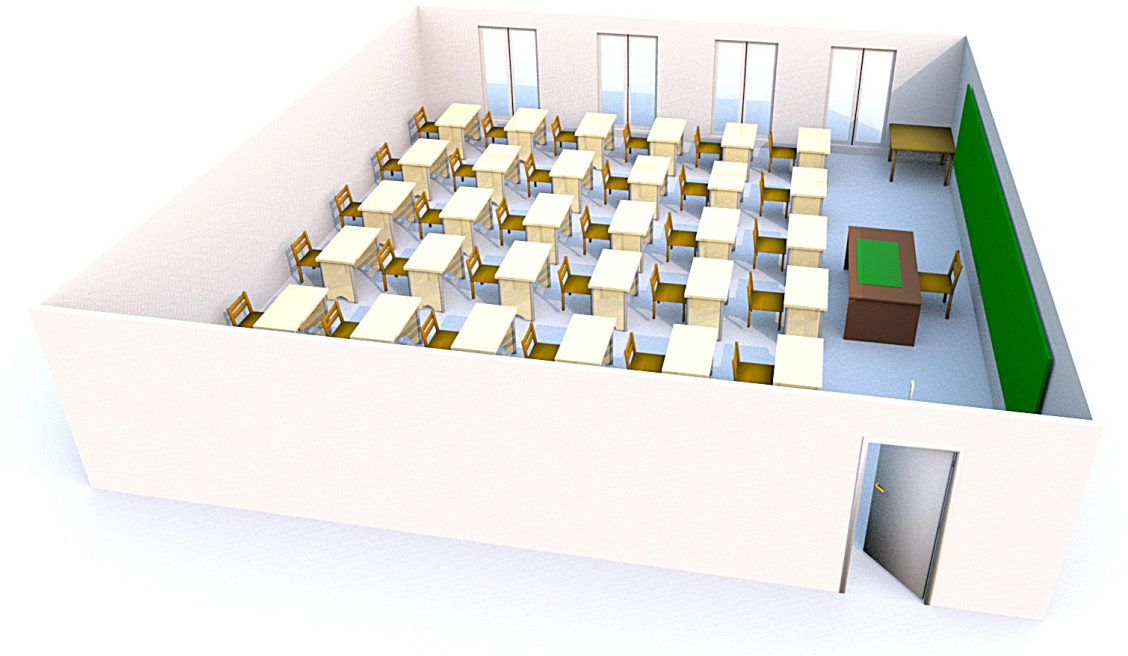


Figura 9 – Disposição das carteiras antes do início da aula com a metodologia PBL.[7]

A aula iniciou com o professor responsável pela disciplina se apresentando e saudando os alunos. Em seguida, ele me apresentou como tutor e responsável por coordenar todas as atividades da disciplina. Cumprimentei a todos e poucos responderam à saudação, porém, não percebi hostilidade, mas certa timidez. Assim, iniciei minha fala fazendo uma introdução à metodologia PBL e, no decorrer da minha explanação, constantemente eu abria espaço para perguntas a fim de sanar qualquer dúvida de como as aulas seriam conduzidas. Contudo, os questionamentos só surgiram no momento em que abordei o procedimento para o cálculo da nota final do aluno na disciplina e ainda assim poucos se manifestaram. Durante a explicitação da metodologia, também introduzi elementos da ementa da disciplina e fazia um paralelo de como os conteúdos seriam trabalhados no PBL. Era visível nas feições dos alunos certo estranhamento pela exposição do modo como as aulas seriam desenvolvidas.

Após a introdução à metodologia e à ementa da disciplina, iniciei efetivamente os trabalhos mediante a metodologia PBL. Solicitei aos alunos a formação de grupos de cinco a oito membros. Cada grupo organizou em círculos as carteiras que antes estavam enfileiradas, como pode ser visto na Figura 10. Formaram-se oito grupos de alunos com uma média de cinco pessoas por grupo, cuja escolha dos membros foi delegada aos próprios alunos.

[7] As figuras que representam áreas físicas foram desenvolvidas mediante um aspecto geral dos lugares, não foram levadas em consideração na confecção dos desenhos as dimensões reais do edifício, apenas o *layout* da sala e as disposições das mobílias no ambiente.

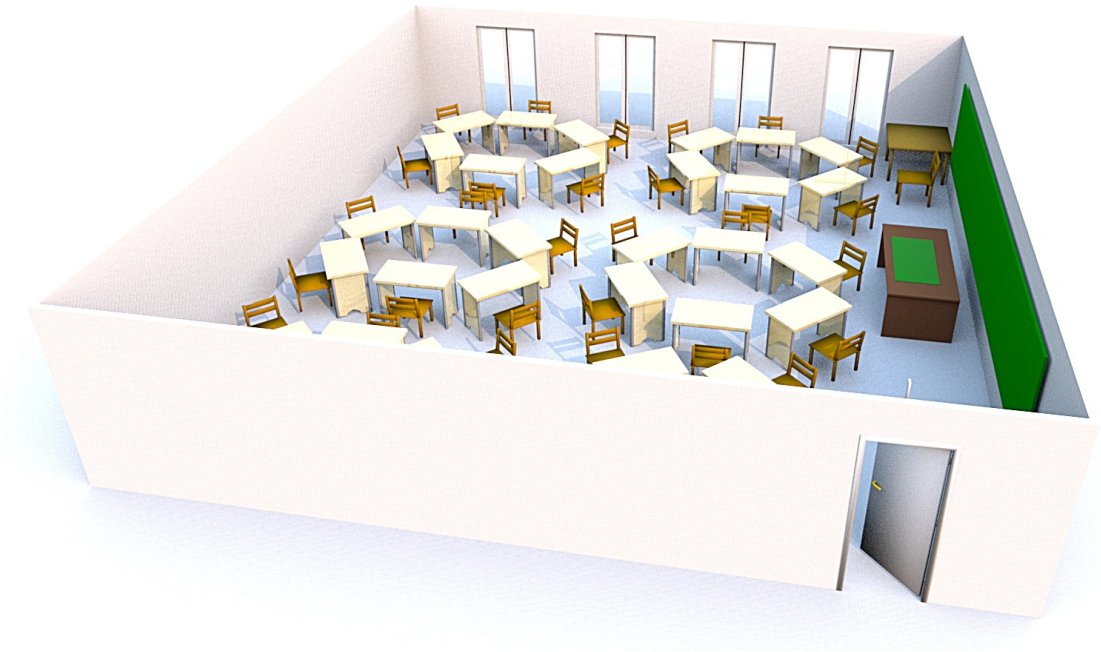


Figura 10 – Disposição das carteiras após o início da aula com a metodologia PBL.

No processo de formação de grupos, os alunos ficaram mais descontraídos. Distribuí a cada aluno uma cópia do 1º problema (APÊNDICE V):

> [...] Recentemente, você foi contratado para ministrar aulas de Química no 1º ano do ensino médio em uma escola na cidade de Oliveira de Fátima, estado do Tocantins. Ao conhecer as dependências da escola, você se deparou com um laboratório de informática com 20 computadores novos. Com a autorização do diretor da escola, você resolveu utilizar o laboratório para demonstrar experimentos químicos com o auxílio de softwares de simulação. No entanto, você teve uma surpresa ao descobrir que nenhum aluno jamais havia tido contato com computadores ou qualquer recurso informatizado, os alunos consideravam o computador "uma caixa preta" e desconheciam sua utilidade e princípio de funcionamento. Desse modo, o diretor da escola, sabendo que você cursou a disciplina de Computação na sua graduação em Química, solicitou a você a elaboração de um material bibliográfico para ser usado em um curso avançado de informática para adolescentes. Esse curso favorecerá suas aulas de química e a de outros professores que queiram utilizar o laboratório como um recurso adicional para suas aulas. Entre outras informações, o diretor disse que o material pode ser ilustrado ou não, e pode ser um conto, uma história em quadrinhos, ou até mesmo uma narração por um personagem característico. A história deve contemplar necessariamente os seguintes temas:
> • origem do computador;
> • funcionamento interno, em um bom nível de detalhamento;
> • descrição de periféricos típicos;
> • como são armazenadas e representadas as informações;
> • o que são programas, e como funcionam em um computador;
> Tome cuidado para que as informações sejam coerentes, e condizentes com a realidade. Baseie suas informações em fontes que são realmente confiáveis, como livros e artigos, e tome cuidado com as informações que buscar na internet! [...]

Iniciei a aula, lembrando aos alunos que seriam eles os responsáveis pela resolução do problema e que todo processo deveria ser registrado no quadro referencial (ANEXO II)

também fornecido. O quadro referencial é um importante apoio para o ato de pensar, uma vez que ali estão registrados os fatos, os dados, os conhecimentos já adquiridos, suposições, ações a serem realizadas e, sobretudo, as ideias (DEWEY, 1959b, p. 174). Expliquei como deveria ser o preenchimento de cada item do quadro referencial e pedi aos alunos que definissem e registrassem no quadro os papéis de cada membro do grupo: o líder (que deveria conduzir as discussões no grupo), o redator (responsável por registrar o processo de resolução no quadro referencial), o porta-voz (designado a explicitar as ideias do grupo) e os demais como membros participantes.

Os alunos iniciaram a leitura do problema e solicitaram meu auxílio para o esclarecimento de termos desconhecidos, identificaram o problema proposto pelo enunciado e discutiram formas de resolvê-lo. Cumpre destacar que a resolução do problema implicava a produção de um produto (DELISLE, 2000, p. 43), que era um material pedagógico desenvolvido em um processador de texto, cuja temática abordaria conteúdos computacionais. Os alunos apresentavam suas ideias a mim e eu os questionava sobre porque selecionaram uma determinada ideia e não outra. Por exemplo, o **Grupo A** tinha como ideia inicial elaborar um teatro para explicar os conceitos computacionais envolvidos no problema. Percebi que encaravam a resolução do problema como um trabalho escolar a ser apresentado. Perguntei ao grupo o que era um material didático na concepção deles e eles falaram "*ah é uma cartilha professor*", "*uma apostila*", "*um livro*", lembraram apenas produções na forma de texto. Voltei a questioná-los, então, como o teatro se enquadraria na categoria de material didático. Os alunos ficaram em silêncio e um pouco incomodados por terem sua ideia questionada. Eu lhes informei que, segundo a concepção de material didático apresentada pelo problema, a peça de teatro necessitaria ser registrada na forma escrita e arquivada. O grupo continuou a deliberar sobre a ideia e minutos depois a representante do grupo me chamou e disse que a ideia não solucionava o problema, porque necessitaria de pessoas com dons artísticos para representarem os personagens, ou seja, o material seria acessível apenas para quem tivesse pré-requisitos artísticos, afinal o teatro como gênero literário implicaria sua representação e não apenas leitura. E em todas as suas manifestações o grupo parecia bastante harmônico.

Porém, foi uma constante em todos os grupos a confusão sobre o que teriam que desenvolver para resolver o problema. A maioria dos alunos registrava como ideia o desenvolvimento de uma apresentação em *Power Point* para explicar conceitos computacionais e assim resolver o problema. Novamente eu os incitava a pensar acerca da concepção de material didático proposta pelo problema (um conto, uma história em quadrinhos, uma narração por um personagem característico) e se uma aula feita em *Power*

Point poderia ser descrita como tal e acessível na escola para qualquer aluno em sua forma impressa em termos de conteúdo e *lay-out*.

Os alunos me chamavam constantemente para perguntar-me se suas ideias estavam certas e, sobretudo, sobre o que eu queria que eles fizessem. Sobre suas ideias eu não respondia se estavam certas ou erradas, mas fazia perguntas para que eles próprios identificassem sua pertinência para resolver o problema e chegassem a uma conclusão em deliberações no próprio grupo. Sobre a confusão a respeito do objetivo de solucionar um problema, eram comuns frases como: "*A gente não está entendendo o que o senhor quer, não é fazer um slide?*" ou "*O que o senhor quer que a gente faça?*". Eu dizia a eles: "*Não sou eu que quero algo de vocês, é o problema que necessita ser resolvido*.", "*O que vocês devem fazer para resolvê-lo está descrito no próprio problema.*", "*Não pensem em me agradar, pensem em resolver o problema*". Notei que, segundo a compreensão que tinham da relação aluno-professor, os alunos ficavam confusos por não ter suas ações e ideias direcionadas pelo professor. Demonstravam estar habituados a uma situação que tende a converter o aluno em um estudante das particularidades do seu professor e não da matéria em estudo, ou seja, a uma situação que leva o aluno a adequar-se ao que o professor espera dele ao invés de dedicar-se às dificuldades do conteúdo estudado (DEWEY, 1959a, p. 67).

As discussões nos grupos transcorreram de forma bastante significativa, uma vez que as hipóteses de resolução do problema surgiram com base nos conhecimentos prévios dos alunos, explicitando em que grau os conteúdos seriam aprendidos pelos alunos (SCHMIDT, p. 89, 2001). Um grupo explicitou sua ideia: *"Estamos com a ideia de comparar os componentes do computador com objetos como mesa, armário...etc."*, um outro grupo teve uma ideia semelhante: "*estamos pensando em comparar o computador com uma pessoa*" essas frases denotam que os objetos e coisas comuns aos alunos seriam responsáveis por ancorar o novo conhecimento das funções dos componentes do computador. As ideias propostas pelos alunos são mais do que simples analogias, funcionam como um recurso para a compreensão de um assunto. Falamos aqui de apelar para conceitos já formados acerca das funcionalidades de cada objeto ou coisa e, desse modo, criar um organizador comparativo para integrar novas ideias com conceitos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 22). O aluno incorpora o novo conhecimento à sua estrutura mental, ancorando-o nos conhecimentos que possui. Dessa maneira, o aprendiz atribui um primeiro nível de significado e sentido ao novo conteúdo, iniciando o processo de aprendizagem (COLL et al., 2006, p. 60-61). Sobre o impacto da primeira aula PBL, as frases dos alunos denotam a importância atribuída por eles à compreensão de como um conteúdo da

disciplina se enquadraria em suas vidas. Nesse sentido, a Aluna A09 disse: "*Eu já entendi. O senhor quer fazer a gente resolver problemas como se a gente já fosse profissional*"; a Aluna A42 completou: "*Na escola eu sempre perguntava aos professores qual a utilidade de aprender o que eles explicavam*"; a mesma aluna foi incisiva ao dizer: "*Aqui está sendo tudo diferente do ensino médio. No ensino médio bastava escrever o nome e a idade na prova e você já tirava 10*". Essas frases confirmam um dos objetivos principais do PBL que é desenvolver no aluno habilidades de aprender de forma autônoma e de trabalhar em grupo, do mesmo modo como ocorre em circunstâncias reais (RIBEIRO, 2008, p. 25). Nesse âmbito, talvez o problema mais importante que venha interferir na vontade de aprender seja o fato de que a escola está apartada da vida, com todas suas implicações de ansiedade, desafio ou alívio (BRUNER, 1969, p. 134).

Antes do término da primeira aula de PBL, o líder de cada grupo foi orientado a distribuir uma cópia do quadro referencial para os demais membros do grupo, porque era fundamental que todos o tivessem preenchido com os fatos, as questões de aprendizagem, as hipóteses e as ações para o levantamento das informações. Os alunos tiveram um período de uma semana (7 dias) para realizar o estudo autônomo dos conteúdos fundamentais para a conclusão do produto e retornaram ao grupo tutorial para discutir novamente o problema à luz dos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo autônomo.

Nesse encontro, destinado à revisão do problema, alguns alunos manifestaram o desejo de modificar o problema para que ele se adequasse na solução que estavam implementando. Por exemplo, o **Grupo B**, fez slides com conteúdos bastante sofisticados e entrevistou um profissional da área da computação para esclarecer dúvidas sobre os conceitos envolvidos no problema. Quando questionei o grupo se os slides que abordavam aqueles tópicos tão sofisticados se encaixavam no modelo de material didático proposto no problema, o grupo foi bastante hostil, alegando que era sempre assim que faziam na escola e que tinham passado a semana estudando e até haviam entrevistado um profissional da área de informática. Repliquei-lhe que toda a base de informação levantada estava realmente excelente, no entanto, havia agora a necessidade de refletir sobre tais informações para desenvolver o produto que resolveria o problema.

Assim, sugeri aos grupos que refletissem sobre suas ideias iniciais e questionei se, após as pesquisas, gostariam de mantê-las. Os grupos tiveram o prazo de mais uma semana (7 dias) para desenvolver os produtos e apresentar o resultado para a sala na forma de seminários. Pontuei as apresentações com comentários e questões com o objetivo de fazer os grupos refletirem se os produtos desenvolvidos resolveriam o problema. De modo geral, as

apresentações transcorreram bem, exceto uma, cujo grupo (**Grupo B**) teve muita dificuldade em aceitar meus comentários de adequação do produto ao problema. O grupo apresentou a pesquisa em slides com conteúdos bastante formais que não se adequavam ao contexto do problema e não tinham a forma de material pedagógico. Como BRUNER (1969, p. 60) argumenta,

> Toda ideia, problema ou conjunto de conhecimentos pode ser suficientemente simplificada para ser entendida por qualquer estudante particular, sob forma reconhecível.

Quando falei para o grupo que a intenção da resolução do problema era, além de possibilitar o aprendizado de habilidades com o processador de texto, desenvolver nos alunos competências para contextualizar e formalizar conteúdos científicos, ou vice-versa, uma aluna do grupo, muito nervosa, replicou: "*a gente vem para a Universidade para aprender e os professores não querem dar aulas*" (A35). A fala da aluna reflete uma perda de referência no que se refere à definição dos papéis de aluno e professor à qual ela se deparou no PBL, uma referência estabelecida desde os primeiros anos na escola. Nesse aspecto DEWEY (1971, p. 20) argumenta acerca da dificuldade em legitimar a nova educação em face de métodos já convencionados historicamente na educação tradicional,

> Quando o artificial e complexo se ache institucionalmente estabelecido e enraizado no costume e na rotina, é mais fácil seguir-lhe os caminhos velhos e batidos do que, depois de tomar um novo ponto de vista, achar o que está nesse novo ponto de vista envolvido e criar uma nova prática.

Mesmo com certo desconforto para os alunos em virtude do caráter inovador do PBL, o saldo final do processo de resolução do primeiro problema foi extremamente positivo como confirma a Tabela 3. A nota final atribuída aos produtos deu-se segundo os seguintes critérios: adequação ao problema, expressão das ideias, conceitos apresentados, criatividade e empenho do grupo. Evidentemente a atribuição de notas é algo bastante subjetivo, todavia, os alunos que elaboraram melhor suas ideias produziram produtos mais condizentes com a efetiva resolução do problema. Ou seja, os grupos que modificaram suas ideias iniciais tiveram um desempenho superior aos grupos que não as alteraram.

Grupos	A ideia inicial foi modificada?	Nota Final do Produto 1	Médias
A	Sim	10,00	
C	Sim	8,75	
F	Sim	9,50	9,56
H	Sim	10,00	
G	Não	8,00	
B	Não	8,75	

D	Não	8,50	8,50
E	Não	8,75	

Tabela 3 – Relação entre alteração das ideias e notas dos produtos.
Fonte: Dados colhidos pelo pesquisador durante as aulas com o PBL

A importância atribuída ao fato de os grupos alterarem ou não suas ideias iniciais acerca da resolução do problema se deve às teorias cognitivas que encaram os conhecimentos prévios como elementos fundamentais da aprendizagem de novos conteúdos, pois no processo de resolução dos problemas os alunos efetuaram uma constante reflexão sobre a relação do que já sabiam com o que vieram a conhecer. Sem querer dizer que os esquemas de Piaget e os subsunçores de Ausubel sejam a mesma coisa, é possível fazer uma analogia entre essas teorias cognitivas (MOREIRA, 1997, p.23). A estrutura cognitiva que alguém já possui (conhecimentos prévios) é o equivalente aos esquemas mentais na teoria da Equilibração de Piaget e aos subsunçores na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TEIXEIRA, 2006, p. 78) e é determinante no processo da Aprendizagem Baseada em Problemas, uma vez que nessa metodologia, ao receberem um problema, os alunos contam inicialmente com o que já conhecem acerca da situação incerta que se apresenta a eles para, a partir daí, definirem um padrão de comportamento ou pensamento. Convém ressaltar que os esquemas mentais são estruturas flexíveis, porque ao mesmo tempo em que definem regularidades à nossa ação, também se modificam quando há a necessidade de definir novos rumos para fazer frente à realidade (TEIXEIRA, 2006, p. 71).

Como já mencionado acima, o **Grupo A**, foi o grupo que teve a ideia inicial mais distante da que foi selecionada para a produção do material didático. A Aluna A16 esclarece a mudança de ideia assim: "*A ideia inicial para a resolução do problema era realizar por meio de encenações um teatro onde cada integrante do grupo seria "uma peça" do computador, porém, analisando melhor a proposta a criação de uma estória em quadrinhos seria melhor absorvida pelos alunos e facilitaria a colocação dos termos através de comparações simples (...)*". O aluno A12 argumenta com mais detalhes porque o grupo não permaneceu com a ideia principal: "*A principio, o grupo pensou em desenvolver um pequeno teatro, porém percebeu que não era viável. Era necessário, que o material produzido ficasse acessível para consulta, após sua apresentação*.". Na mesma linha de raciocínio, a aluna A14 diz por que o grupo chegou à conclusão de que o teatro seria inviável: "*Vimos que era necessário a elaboração de um material prático e acessível tanto para alunos quanto para professores utilizando uma linguagem simples e objetiva (...)*".

A ideia inicial do **Grupo C** para resolver o problema era desenvolver slides para explicar aos alunos conceitos básicos de informática. Questionei o grupo se seria possível os alunos terem em mãos esse material e se os slides na forma impressa despertariam o interesse desses alunos e se seriam reconhecidos por eles como um material pedagógico. Além disso, levantei questionamentos se o programa para fazer slides seria a melhor opção para editar e processar textos para a produção do material didático, ou seja, questionei se a ideia do grupo estava em conformidade com o texto do problema.

A fala da aluna A26 descreve o processo de elaboração das ideias: *"Primeiramente queríamos desenvolver uma estória com dois personagens, um explicando para o outro os conceitos necessários de forma humorística, sendo apresentado em slides ilustrados e animados para que os alunos assistissem e aprendessem. Mas pensando na realidade da vida desses alunos, e levando em conta o fato de que eles não saberiam "assistir" o material, resolvemos melhorar nossa ideia."*.

O aluno A13 expressa seu ponto de vista da seguinte forma: *"No início deste trabalho tivemos a ideia de fazer uma apresentação de slides, mas como este material poderia ser posteriormente utilizado por outras pessoas que não tem conhecimento em informática decidimos criar cartilhas para que qualquer pessoa tenha acesso, mesmo não tendo um mínimo conhecimento em informática."*. Desse modo, o **Grupo C** desenvolveu um material composto por 4 tutoriais ilustrados que eram organizados um dentro do outro com os conteúdos básicos de informática dispostos em sequência.

Inicialmente, o **Grupo F** havia elaborado a ideia de desenvolver uma cartilha de computação básica sem o uso de nenhum personagem característico para conduzir o leitor. Após as discussões e a semana de estudo autônomo, o grupo decidiu desenvolver um conto no qual o professor explica para o aluno Luizinho conceitos básicos sobre informática de forma coloquial e com muitos exemplos. A mudança das ideias após o estudo autônomo fica evidente na fala da aluna A28: "*Antes de fazer a pesquisa, a visão do problema era muito limitada, não nos colocamos no lugar das crianças e vimos que precisávamos descobrir muito mais coisas, pois tínhamos conhecimentos de periféricos e alguns programas."*. A Aluna A09, explicando que o material produzido adequava-se a realidade proposta no problema, disse: *"(...) possibilitaria que os outros professores utilizassem em sua aula, para se torna mais fácil entendimento foram feitas analogias entre situações e objetos do cotidiano com a teoria."*

O **Grupo H**, em um primeiro momento, teve a ideia de desenvolver uma história em quadrinhos com personagens conversando sobre informática. A ideia foi abandonada em

função de limitações técnicas e de tempo percebidas pelos alunos após o estudo autônomo. O aluno A19 explicou a ideia selecionada pelo grupo: "*Após algumas ideias, decidimos elaborar um conto, onde um adolescente que acabou de ganhar um computador pede a ajuda de um amigo, que tem um bom conhecimento sobre informática, para lhe explicar como funciona tal coisa.*".

Reforçando o motivo pelo qual o grupo resolveu alterar a ideia inicial, mas ainda assim privilegiando um gênero menos técnico, o aluno A21 falou: "*Uma maneira para prender a atenção é usar uma história, com o mesmo tipo de problema que o vivenciado, para isso inicialmente seria usado uma história em quadrinhos, mas um conto também se mostrou eficiente, já que desenvolve o hábito da leitura*". Assim, o produto desenvolvido pelo **Grupo H** foi um conto com muitos diálogos entre dois amigos acerca de conceitos computacionais.

7.2. O Processo PBL no Segundo, Terceiro e Quarto Problemas

A dinâmica de resolução das outras situações-problema (APÊNDICE VI, APÊNDICE VII E APÊNDICE VII) ocorreu de forma bastante semelhante à descrita para o primeiro problema, pois elas foram resolvidas mediante os sete passos do PBL (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009, p.84). Todavia, um item merece ser destacado: a mudança de ambiente físico. A partir do segundo problema as sessões de PBL passaram a ser realizadas no laboratório de informática da Universidade, cujo *layout* está representado pela Figura 11.

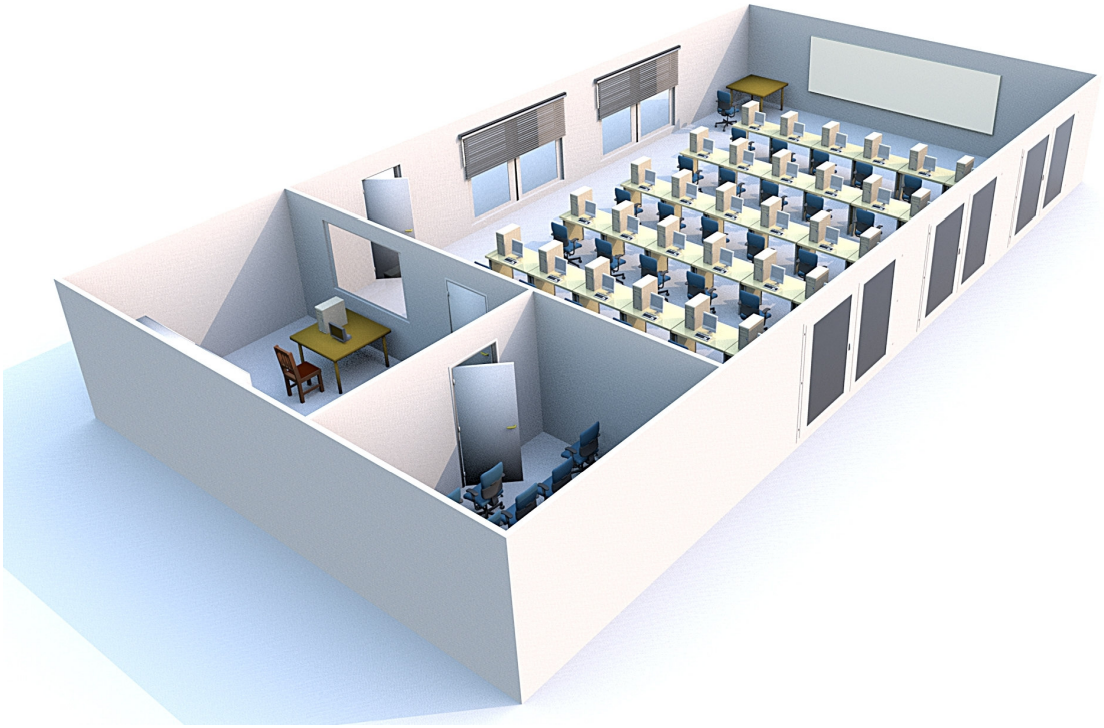


Figura 11 – Laboratório de Informática da Universidade.

No novo ambiente, a qualidade das discussões sofreu um impacto muito grande, pois o processo foi comprometido em função da acomodação dos móveis no laboratório. A disposição das bancadas e das cadeiras não favorecia a colaboração entre todos os membros do grupo, porque estavam enfileiradas paralelamente como pode ser observado na Figura 12. Embora os alunos de um determinado grupo escolhessem uma mesma bancada para acomodaram-se, as discussões se davam entre os dois alunos que estavam em posições adjacentes, e em alguns casos era possível observar que até três alunos dispostos em posições sequenciais conseguiam, não sem certo esforço, desenvolver as discussões. Em razão da dificuldade para a comunicação, alguns alunos após receberem o problema perguntaram se poderiam ir discuti-lo na sala de aula, e, com meu consentimento, foram. Outros alunos, para discutirem, acomodaram-se em um espaço que formava uma “clareira” na frente do quadro branco.

Figura 12 – Disposição das bancadas e das cadeiras no laboratório de informática.

A razão de não termos continuado na sala de aula é que, por motivos institucionais, o professor da disciplina de computação deveria optar por realizar suas aulas na sala de aula ou no laboratório de informática, uma opção excluiria a outra. Assim, nós não poderíamos deixar o laboratório sob pena de não conseguirmos mais utilizá-lo para a criação dos produtos, dado que outras turmas poderiam ocupá-lo permanentemente.

O problema relacionado à dificuldade em realizar as discussões foi sanado ao prolongar as discussões realizadas no laboratório de informática para o ambiente educacional do Teleduc disponibilizado na Internet. Desse modo, vários alunos validaram a discussão no fórum do Teleduc, a aluna A26 confirma isso ao escrever em seu relatório: "*Um ponto positivo foi a criação do fórum de discussão no ambiente Teleduc, que permitiu um contato maior entre os alunos e a troca de informações*". Nessa perspectiva, o aluno A6, ao legitimar a discussão no PBL mediante fóruns eletrônicos, enfatizou: "*Talvez a ferramenta de destaque da metodologia PBL seja o uso do ambiente teleduc, em que os alunos trocam mensagens entre si e com os tutores aumentando a capacidade de conhecer, pesquisar, e até os laços de amizade*".

As falas dos alunos revelam que o ambiente Teleduc permitiu uma abrangência maior das discussões, visto que, ao se depararem com uma dúvida ou informação nova, poderiam expor não apenas para seu grupo, mas para todos da sala, como declara a aluna A10: "*o fórum de discussão ajudou muito, pois algumas dúvidas que eu apresentei eram parecidas com as dúvidas expostas nele*" (A10). Convém enfatizar que as discussões continuaram a ocorrer no laboratório de informática, mas foram potencializadas pelo ambiente Teleduc. O fórum de

discussões virtuais do Teleduc era acessado inclusive nos momentos em que as discussões "reais" aconteciam, suscitando, desse modo, discussões mais profícuas.

No momento do *Brainstorm* (discussão) é fundamental que os alunos sintam-se confortáveis para deliberar acerca da situação-problema que recebem e, além disso, é imprescindível que as informações sejam compartilhadas com todos os membros do grupo. Assim, ressalto que, mediante a minha experiência com o PBL no laboratório de informática, considero que o local ideal para o desenvolvimento do processo PBL deve primar pela excelência em atividades como discussão, investigação, colaboração e produção de soluções para os problemas. Para tanto, o ideal é ter uma sala equipada com mesas redondas com três ou quatro computadores conectados à internet, de modo que seja possível aos alunos nesse ambiente a facilitação das discussões, sobretudo no que se refere à visualização de todos os membros do grupo. Desse modo, segundo minhas concepções, a sala ideal para a realização do PBL está representada na Figura 13.

Figura 13 – Disposição ideal para as bancadas e cadeiras em um laboratório de informática que seja utilizado para desenvolver o processo PBL.

7.3. Os Produtos

Nesta seção busco dar uma pequena dimensão de como os alunos utilizaram os conteúdos aprendidos durante a resolução dos problemas para desenvolver seus projetos, que aqui chamo de produtos. O termo produto é utilizado por DELISLE (2000, p. 43) para designar a produção intelectual dos alunos resultante da resolução de uma situação-problema.

7.3.1. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Primeiro Problema

O **Grupo A** apresentou sua solução para o primeiro problema na forma de uma história em quadrinhos com 12 páginas, na qual duas primas encontram um computador e uma delas, com grande conhecimento em computação básica, explica para a outra, totalmente leiga no assunto, conceitos acerca do objeto encontrado, como pode ser observado na Figura 14. De acordo as explicações da aluna A11: "*foi desenvolvida uma história em quadrinhos com linguagem simples e bem humorada com possíveis cenários comuns àquelas pessoas*". Em um primeiro momento pode parecer que a visão dos alunos do **Grupo A** quanto à cidade esteja estereotipada uma vez que a representam em um cenário rural, mas tal representação demonstra a preocupação em usar uma linguagem escrita e visual que seja compatível com a realidade e interesses do público alvo ao qual se destina o material didático. A aluna A22 explica a diagramação do gibi: "*De início, para a montagem do produto, teve-se que obter alguns dados sobre a cidade de Oliveira de Fátima e como era sua população (quantidade de habitantes que moram na zona rural e urbana) entre outros. Para obter informações utilizou-se a internet e descobriu-se que a cidade é a menor do país, onde parcela da população mora na zona rural, ou seja, cidade típica do interior*".

Numa bela manhã de sol, Raimunda e sua prima Joaquina estavam passeando quando Raimunda vê algo estranho na estrada e....
Olha só prima, que coisa mais estranha esse negócio aqui..
Essa "coisa" estranha é um computador prima..
Uai não me ofenda, computa..o que? Me explica...
Computador,é uma máquina que o homem criou para fazer cálculos, mas esse aê é bem evoluído, no início era simples, só para os cálculos básicos (+, -, x, /)
parece interes-sante..
Desde o séc. XVI o homem já pensava em uma máquina que ajudasse nos cálculos, mas naquele tempo não existia recursos avançados e a cada modelo e máquina que alguém inventava, outro pesquisador melhorava a idéia...

Figura 14 – Primeira e segunda página da história em quadrinhos.

No momento em que os conteúdos apresentados no gibi se tornam mais densos o grupo utiliza um recurso de "*metapercepção*", ou seja, a percepção da percepção. Essa estratégia é evidenciada na Figura 15 quando o personagem *percebe* que sua interlocutora está pouco interessada no aspecto histórico da computação. O grupo usou o recurso de "*metapercepção*" no gibi porque *percebeu* que, eventualmente, o assunto também poderia ser um pouco desestimulante para o leitor, assim, quando o personagem chama a atenção da prima também está chamando a atenção do leitor.

Blaise Pascal, chegou a desenvolver uma calculadora mecânica e logo depois Babbage melhorou a idéia ele queria não só uma máquina capaz de fazer cálculo, e sim algo que pudesse armazenar dados..mas naquela época havia poucos recursos e muitos estudiosos continuaram a aprimorar a idéia da "máquina revolucionária"
No início da WW2 houve um grande avanço, a construção de uma máquina que se comunicava com submarinos alemães que recebiam ordens de sua base, e foi Thomas Jeferson quem projetou um processador que tinha o intuito de decodificar a informação que era passada em códigos, e que mais tarde seria construído por mais estudiosos..
Acorda né! É importante saber como surgiu essa máquina ! Os primeiros computadores eram enormes, as peças que o formavam eram enormes válvulas ligadas a vários outros componentes e pesavam como se fossem 10 hipopótamos !
10 hipopóta-mos?!
Sim, era muito pesado e difícil de se operar, foi aí que surgiu a necessidade de melhorar mais e foi John Von Neumann que, com um simples conceito de computador, junto com o avanço dos componentes eletrônicos permitiu que o computador ficasse assim, Pequenino..
Ainda bem, imagina ter 10 hipopóta mos em casa

Figura 15 – Terceira e quarta página da história em quadrinhos.

A apresentação dos conteúdos pelo **Grupo A** demonstra sua efetiva aprendizagem, já que somente quem realmente aprendeu um conceito pode simplificá-lo e, ainda assim ele não perde sua conotação, continua sendo o conceito. Essa perspectiva está em concordância com as ideias de BRUNER (1969, p. 64), para quem "A potência efetiva de determinada maneira de estruturar um domínio de conhecimentos, para determinado aluno, refere-se ao valor criativo de *seu* conjunto de proposições aprendidas". A Figura 16 exemplifica a forma como os conceitos foram apresentados no material didático. A aluna A16 explica a diferença entre os conceitos de memória RAM e ROM da seguinte maneira: "*Memória RAM é o armário com as compras do mês, você tem tudo mas por pouco tempo, já memória ROM vai sempre ter tudo o que você precisar, como o supermercado*".

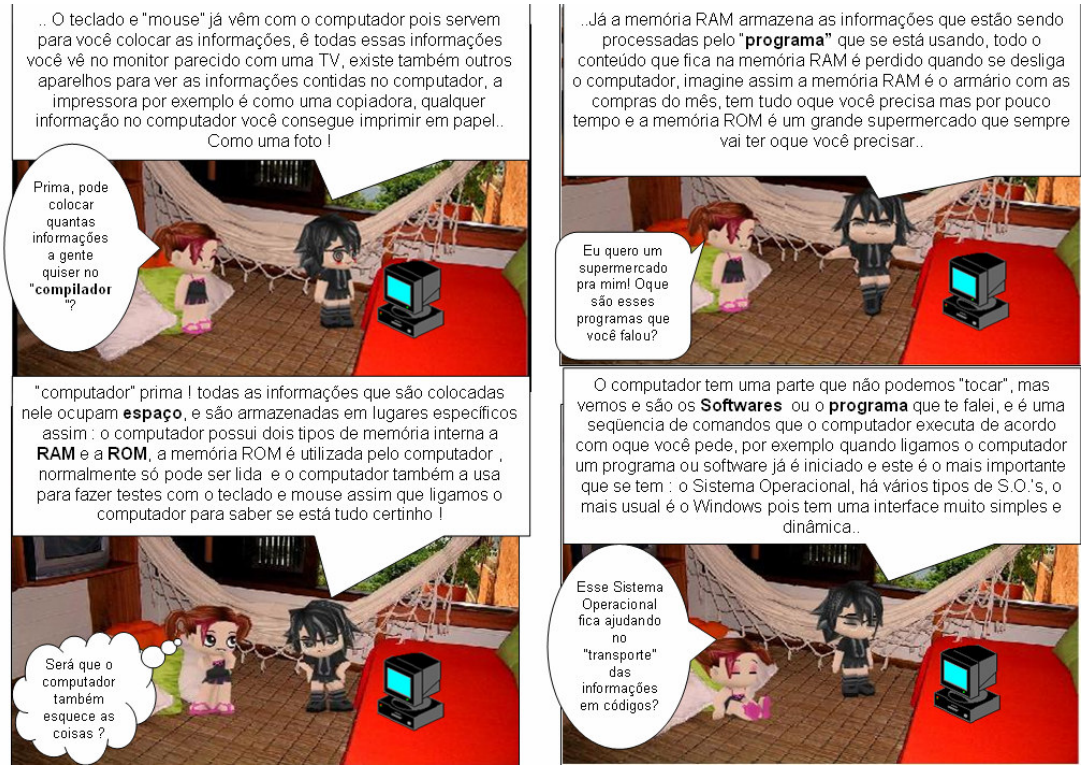

.. O teclado e "mouse" já vêm com o computador pois servem para você colocar as informações, ê todas essas informações você vê no monitor parecido com uma TV, existe também outros aparelhos para ver as informações contidas no computador, a impressora por exemplo é como uma copiadora, qualquer informação no computador você consegue imprimir em papel.. Como uma foto !
Prima, pode colocar quantas informações a gente quiser no "compilador "?
..Já a memória RAM armazena as informações que estão sendo processadas pelo "programa" que se está usando, todo o conteúdo que fica na memória RAM é perdido quando se desliga o computador, imagine assim a memória RAM é o armário com as compras do mês, tem tudo oque você precisa mas por pouco tempo e a memória ROM é um grande supermercado que sempre vai ter oque você precisar..
Eu quero um supermercado pra mim! Oque são esses programas que você falou?
"computador" prima ! todas as informações que são colocadas nele ocupam espaço, e são armazenadas em lugares específicos assim : o computador possui dois tipos de memória interna a RAM e a ROM, a memória ROM é utilizada pelo computador , normalmente só pode ser lida e o computador também a usa para fazer testes com o teclado e mouse assim que ligamos o computador para saber se está tudo certinho !
Será que o computador também esquece as coisas ?
O computador tem uma parte que não podemos "tocar", mas vemos e são os Softwares ou o programa que te falei, e é uma seqüencia de comandos que o computador executa de acordo com oque você pede, por exemplo quando ligamos o computador um programa ou software já é iniciado e este é o mais importante que se tem : o Sistema Operacional, há vários tipos de S.O.'s, o mais usual é o Windows pois tem uma interface muito simples e dinâmica..
Esse Sistema Operacional fica ajudando no "transporte" das informações em códigos?

Figura 16 – Nona e décima página da história em quadrinhos.

Os recursos informáticos usados pelo **Grupo A** na produção do material didático foram explorados com grande habilidade pelo grupo, como pode ser observado nas Figuras 14 e 15. E mais, tais recursos não encerraram um fim em si mesmos, por exemplo, o recurso de inserção de balões explicativos foi aprendido porque foi fundamental para a resolução do problema, não como um conteúdo isolado e fora da realidade do educando.

O material pedagógico desenvolvido pelo **Grupo C** não deu tanto ênfase ao aspecto lúdico do texto, ou seja, não fez uso de uma narração, todavia inovou na forma de apresentar o produto. O grupo desenvolveu uma série de tutoriais muito bem diagramados e dispostos em um estojo como pode ser observado na Figura 17. Os tutoriais desenvolvidos são explicados pela Aluna A26: "*Criamos um material em forma de tutoriais, apresentando o conteúdo numa linguagem simplificada e com figuras demonstrativas*".

Figura 17 – Imagem do estojo contendo 4 tutoriais em sequência.

Cada tutorial foi escrito em uma linguagem simples, sem no entanto fazer uso de analogias, o que não quer dizer que seja uma desvantagem do material, pois não fazia parte da proposta do grupo elaborar comparações dos conceitos apresentados em seu produto com qualquer outra coisa do mundo real. Era intenção do grupo desenvolver um material mais "sério", como pode ser observado pelo uso de cores sóbrias, porém com uma linguagem acessível. Um dos conteúdos abordados pelo grupo no material pedagógico se referia aos programas que um computador utiliza e o trecho a seguir evidencia o modo como o grupo buscou explicar qual a função de um programa no computador:

"Quando ligamos o computador e executamos a calculadora, o computador reconhece que deve se preparar para fazer um cálculo. Quando acionamos o botão "5" no teclado, o computador imediatamente envia essa informação para a Memória Ram, onde fica armazenada temporariamente. Quando acionamos o botão "+" no teclado, o computador entende que deve ser feita uma soma com o numero 5 que estava "guardado" na memória e o próximo número a ser digitado. Quando clicamos no "3" e no "=", o computador, automaticamente, representa o seguinte cálculo:

5 + 3 = 8"

Nessa exposição de como funciona uma calculadora, é possível perceber a intenção do grupo em fazer com que o texto do material didático fosse o mais agradável e informativo

possível para os estudantes, que, transmitida pelo grupo no material pedagógico está em concordância com as ideias de BRUNER (1969, p. 117),

> Esperamos poder em breve compreender melhor esta obscura questão. Agora, tentamos, como muitos outros já o fizeram, encontrar, ou fazer com que se escreva, algo interessante, informativo e em estilo correto.

A elaboração do produto exigiu do **Grupo C**, além da pesquisa de conteúdos computacionais, habilidades de diagramação uma vez que os tutoriais seriam dobrados e organizados em sequência dentro de um estojo. Como na diagramação de um livro, o grupo teve que se ater às divisões proporcionadas pelas dobras, definindo o local de cada conteúdo, conforme visto nas Figuras 18 e 19. Para tanto, o grupo fez uso de caixas de textos, inserção de figuras, inserção de setas, além de formatação específica do texto a fim de passar uma mensagem ao leitor. Mais uma vez os recursos computacionais estiveram a serviço de uma ideia com o objetivo de resolver um problema.

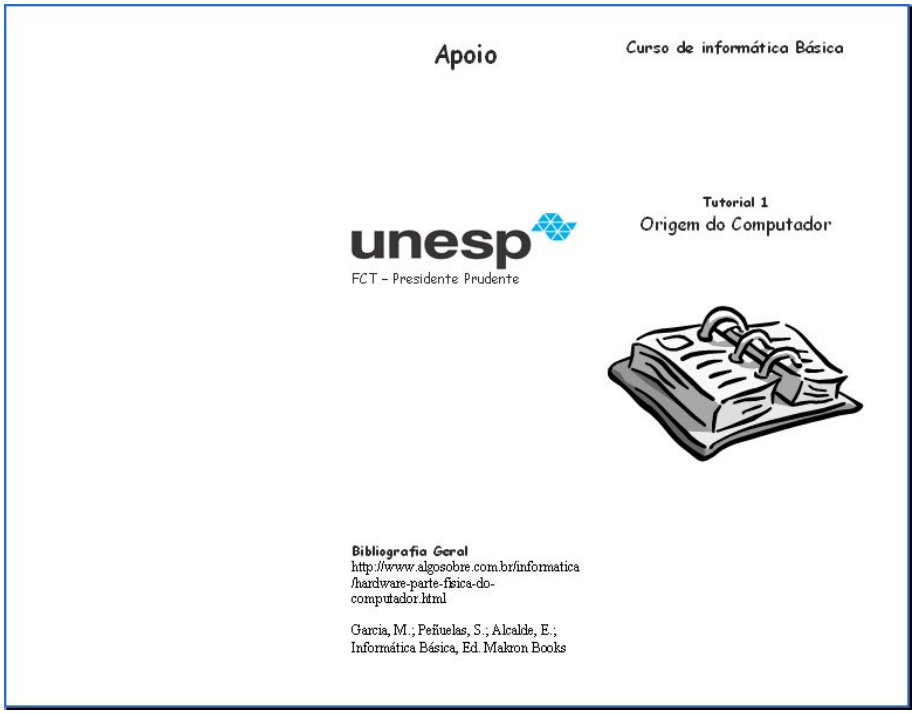
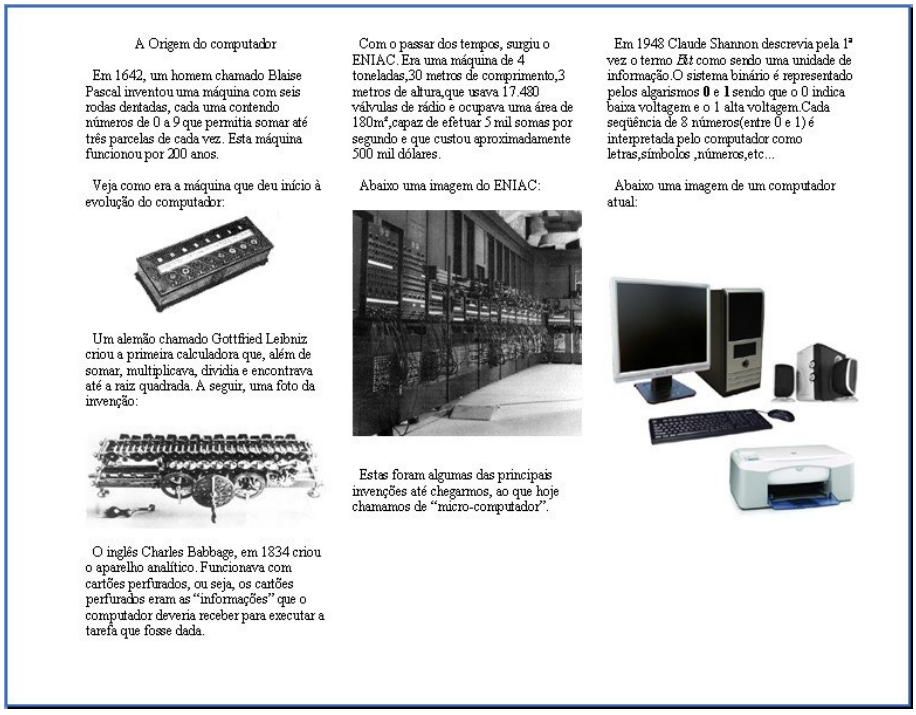


Figura 18 – Diagramação da capa do tutorial 1.



A Origem do computador

Em 1642, um homem chamado Blaise Pascal inventou uma máquina com seis rodas dentadas, cada uma contendo números de 0 a 9 que permitia somar até três parcelas de cada vez. Esta máquina funcionou por 200 anos.

Veja como era a máquina que deu início à evolução do computador:

Um alemão chamado Gottfried Leibniz criou a primeira calculadora que, além de somar, multiplicava, dividia e encontrava até a raiz quadrada. A seguir, uma foto da invenção:

O inglês Charles Babbage, em 1834 criou o aparelho analítico. Funcionava com cartões perfurados, ou seja, os cartões perfurados eram as "informações" que o computador deveria receber para executar a tarefa que fosse dada.

Com o passar dos tempos, surgiu o ENIAC. Era uma máquina de 4 toneladas,30 metros de comprimento,3 metros de altura,que usava 17.480 válvulas de rádio e ocupava uma área de 180m²,capaz de efetuar 5 mil somas por segundo e que custou aproximadamente 500 mil dólares.

Abaixo uma imagem do ENIAC:

Estas foram algumas das principais invenções até chegarmos, ao que hoje chamamos de "micro-computador".

Em 1948 Claude Shannon descrevia pela 1ª vez o termo *Bit* como sendo uma unidade de informação.O sistema binário é representado pelos algarismos **0** e **1** sendo que o 0 indica baixa voltagem e o 1 alta voltagem.Cada seqüência de 8 números(entre 0 e 1) é interpretada pelo computador como letras,símbolos ,números,etc...

Abaixo uma imagem de um computador atual:

Figura 19 – Diagramação do conteúdo do tutorial 1.

O **Grupo H**, por sua vez, desenvolveu um material pedagógico fazendo uso de um conto como elemento condutor da exposição de conteúdos básicos de computação. No conto de 3 páginas, um dos personagens acabou de ganhar um computador e pediu ajuda a um amigo para ensiná-lo a usar a máquina. A escolha por esse gênero literário é justificada na fala do aluno A21: "*O produto possui linguagem mais jovem, de fácil entendimento, mostra um fato parecido com a realidade das pessoas a quem se dirige a história, a falta de intimidade com o computado*r". Mais uma vez é evidente a preocupação do grupo com o receptor da mensagem embutida no conto e também com o caráter semiótico do conteúdo. Assim, a transmissão da informação só existe se o emissor e o receptor compartilharem, pelo menos parcialmente, do código pelo qual a informação se organiza na forma de mensagem (SANTAELLA, 1996, p. 31). Para o grupo "*a falta de intimidade com o computador*" é o código partilhado pelo grupo (emissor) com os alunos leitores (receptores). A partilha desse código é evidenciada nas palavras do aluno A30: "*No processo de elaboração da apostila tentamos nos colocar no lugar dos alunos tomando por base quando nós tivemos o nosso primeiro contato com o computador (...)*". As palavras do aluno A19 também demonstram que a falta de entendimento sobre conteúdos de computação era o código compartilhado pelo emissor e pelo receptor: "*Depois de verificarmos o problema, precisávamos entender o que estava ocorrendo em tal e, depois de avaliado, chegamos a conclusão de que deveríamos compreender mais sobre os componentes do computador e seus periféricos*".

Em função do material didático ser um conto, o grupo demonstrou preocupação em dar aos personagens uma aparência, é um recurso bastante usual em literatura infanto-juvenil com a intenção de desenvolver uma empatia maior com o leitor e auxiliar na imaginação das situações propostas no texto. Assim, o personagem tem um rosto, tem um corpo, é mais crível, nesse caso, a ilustração não é separada do texto. Considerando a ilustração e o texto como elementos atuantes na sensibilidade e na cognição do leitor, RAMOS & PANOZZO, (2004, p. 12) argumentam que,

> As linguagens presentes no objeto cultural se oferecem como portas de acesso ao sentido ali constituído e cuja escolha inicial do leitor recai na ilustração, sedutora, mas complexa em suas articulações ao dialogar com a palavra. Por isso, é imprescindível retirar a ilustração de uma condição secundária ou de invisibilidade e compreendê-la como linguagem impregnada na manifestação de sentido textual.

A Figura 20 ilustra a forma dada aos personagens pelo grupo na capa do material didático.

Figura 20 – Capa do material didático (conto).

No tocante ao conteúdo do material didático, o ritmo empregado ao texto e a forma como os conteúdos computacionais foram apresentados são os pontos fortes do produto desenvolvido pelo **Grupo H**. Já no início do conto, o texto se mostra bem compassado e com certo suspense para instigar a curiosidade do leitor:

João acabou de ganhar seu primeiro computador. Abre a caixa e ao se deparar com aquela "parafernália" de peças, sem saber ao menos montar aquele "troço" fecha a caixa novamente e pede ao amigo Antônio, que já tem certa experiência com computadores para ajudá-lo. Será que Antônio conseguirá ajudar João? É o que veremos no desenrolar dessa trama...

A Figura 21 ilustra a forma como o grupo conduziu os conteúdos no diálogo entre os dois personagens. Os conteúdos computacionais foram inseridos no texto de forma muito natural através de uma linguagem extremamente jovial. Ao ler o conto, o leitor é levado a imaginar a cena e, naturalmente, conhecer sobre computação. A construção do texto evidencia a habilidade do grupo em atingir um equilíbrio entre a estrutura literária e a exposição dos conteúdos.

Algum tempo depois, Antônio chega à casa de João e se depara com o computador ainda dentro da caixa de papelão.

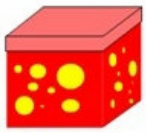
(Antônio) — Nossa, nem tirou da caixa ainda?
(João) — Eu te disse, não sei mexer nesse troço.
(Antônio) — Tá certo, eu te ajudo cabeção...
(João) — Esse negócio tem um monte de peças, né?
(Antônio) — Pior que não. O primeiro computador eletrônico foi chamado de ENIAC (*Eletronic Numerical Integrator and Computer – Computador e Integrador numérico Eletrônico)*. Ele foi criado para uso militar.
(João) — Nossa, então ele era enorme!
(Antônio) — Pode apostar que sim! Ele ocupava uma sala inteira e era muito, mas muito pesado.

(João) — Então as máquinas atuais são bem mais rápidas e leves.
(Antônio) — Com certeza.
(João) — E hoje, como os computadores funcionam?
(Antônio) — Basicamente, o que um computador faz é executar um programa.
(João) — Mas o que é um programa?
(Antônio) — De uma forma bem simples, um programa é um conjunto de instruções armazenadas na memória.

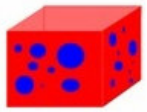
Figura 21 – Primeira página do conto.

Ao estabelecer a diferença entre memória ROM e RAM o grupo fez uso de uma analogia bastante interessante, comparando as memórias, respectivamente, com uma caixa com tampa e uma caixa sem tampa, como pode ser mais bem observado na Figura 22.

(João) — Cara, espera aí. Não consegui entender porcaria nenhuma!
(Antônio) — O que você não entendeu?
(João) — Pra começar, o que raios são essas instruções?
(Antônio) — Bem, as instruções têm informações que dizem para o computador o que ele deve fazer.
(João) — Tá, e a memória?
(Antônio) — A memória armazena os dados. É como se fosse uma "caixa" grande onde podemos guardar vários tipos de coisas. No computador, existem várias dessas "caixas".
(João) — Ah... Tá. Mas a gente não pode perder essas coisas?
(Antônio) — Bom, no computador existem dois tipos de memória: a memória ROM (*Read Only Memory* – Memória Apenas de Leitura), que é como uma caixa que se abre para receber as coisas e se fecha logo após, impedindo que essas coisas sejam perdidas.



(João) — E a outra?
(Antônio) — A outra é a memória RAM (*Random Access Memory* – Memória de Acesso Aleatório). É como uma caixa que fica sempre aberta, com o risco de perder as coisas que estão lá dentro. Isso acontece quando o computador é desligado, por exemplo.



(João) — Acho que consegui entender. Então, o computador funciona mais ou menos assim: ele executa um programa, que é um conjunto de instruções com informações que dizem ao computador o que ele deve fazer e que são armazenadas na memória?
(Antônio) — Isso, cabeção! Você entendeu!

Figura 22 – Segunda página do conto.

A disposição de textos e figuras também denota bastante habilidade no uso da tecnologia disponibilizada pelo processador de textos, bem como o uso de elementos de formatação de textos para passar uma mensagem ao leitor, por exemplo, aqueles textos totalmente em negrito representam a voz do narrador do conto.

O **Grupo F** elaborou um produto em que os conteúdos computacionais são apresentados ao leitor na forma de uma estória com 7 páginas. O contexto da narrativa do material didático é o mesmo proposto no problema, o grupo optou por não utilizar nenhuma ambientação diferente. Por esse motivo, logo no inicio do material há um mapa do estado do Tocantins com a localização da cidade de Oliveira de Fátima. O uso do mesmo contexto geográfico do problema na narrativa seria mais legítimo para os alunos como mostram as palavras da aluna A15: "*Os grandes dilemas que foram tratados são: a falta de infra-estrutura na região de Tocantins, a falta de conhecimento dos professores, a exclusão digital,*

o projeto didático do professor de química e a integração de outros professores no manejo de computadores para que sejam utilizados em suas aulas". A fala da aluna A15 foi uma constante em todos os elementos do grupo e reflete, além da importância conferida aos aspectos cognitivos dos leitores do material, a preocupação com o contexto sóciocultural demonstrado no problema. A preocupação do grupo está em concordância com o pensamento de DEWEY (1959b, p. 13) sobre a relevância do ambiente social na educação, para quem "Um ser ligado a outros seres não pode desenvolver a própria atividade sem tomar em linha de conta a atividade dos outros".

A narrativa trata de uma situação em que a chegada do computador na escola faz com que os alunos questionem o professor acerca daquele objeto estranho, a partir daí se desenvolvem os conteúdos na fala do professor e nos questionamentos dos alunos, como pode ser observado na página inicial da narrativa mostrada na Figura 23:

(● *Oliveira de Fátima)*

Na escola localizada na cidade Oliveira de Fátima em Tocantins chega uma novidade aos alunos!

Logo quando avistou Luizinho perguntou:

- O que é essa caixa preta?

- É um computador! – responde o professor – Um equipamento que ajudou a desenvolver a informática através da manipulação sistemática de informatização com rapidez e precisão.

Figura 23 – Primeira página da estória.

O texto desenvolvido pelo **Grupo F** é leve e o professor, alter ego dos autores do material, utiliza-se de comparações para explicar os conteúdos aos alunos. Na fala do professor, os conceitos de disco rígido e memória RAM são apresentados da seguinte forma no diálogo com os alunos:

"*Podemos equiparar o disco rígido ao armário onde guardamos e organizamos os programas, a memória RAM é a mesa onde são carregados os programas para serem executados e o CPU é o operador que processa e lê os programas expostos sobra a mesa*."

A Figura 24 mostra a ilustração selecionada pelo grupo para auxiliar no processo de compreensão do conteúdo.

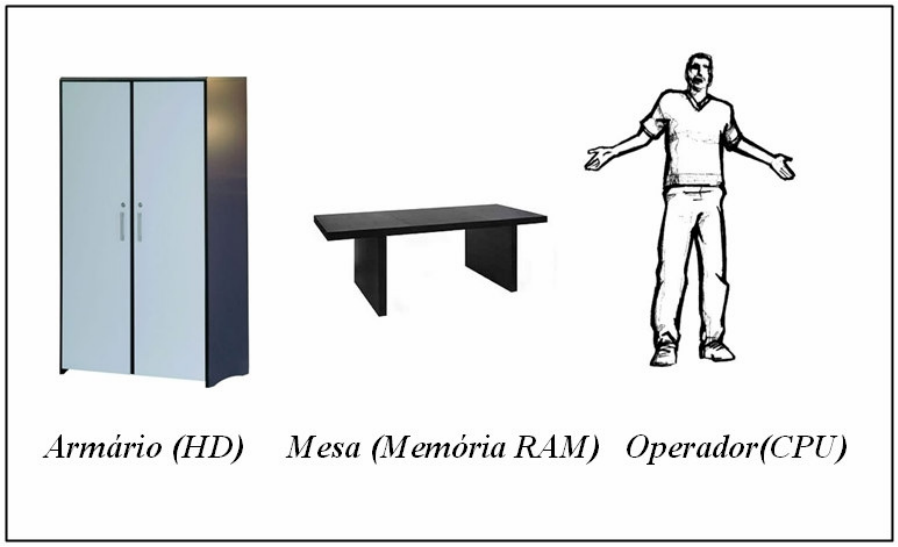


Figura 24 – Terceira página da estória.

Para a aluna A29 o problema foi resolvido com o desenvolvimento de "*Um pequeno livro, para os alunos, contando uma estória semelhante à deles, e havendo explicações com imagens para o ensinamento básico para uso de computadores*.".

O material elaborado pelo **Grupo D** foi uma apostila ilustrada que abordava desde como ligar o computador até conceitos de funcionamento interno do mesmo. A apostila de 10 páginas resultou em um material bonito, colorido, com o texto bem escrito e figuras bem organizadas. E, embora os conteúdos tenham sido explicitados de forma correta e os recursos do processador de texto usados com desenvoltura, a estrutura do material carrega certa formalidade, visto que não há no texto um personagem característico para conduzir o leitor pelos conceitos ou mesmo uma apresentação física inovadora para tornar o material mais atrativo para o leitor a fim de levá-lo à descoberta dos conteúdos pelo manuseio diferenciado

do material. As Figuras 25 e 26 ilustram o modo como o grupo organizou o conteúdo no material.

Figura 25 – Primeira página da apostila.

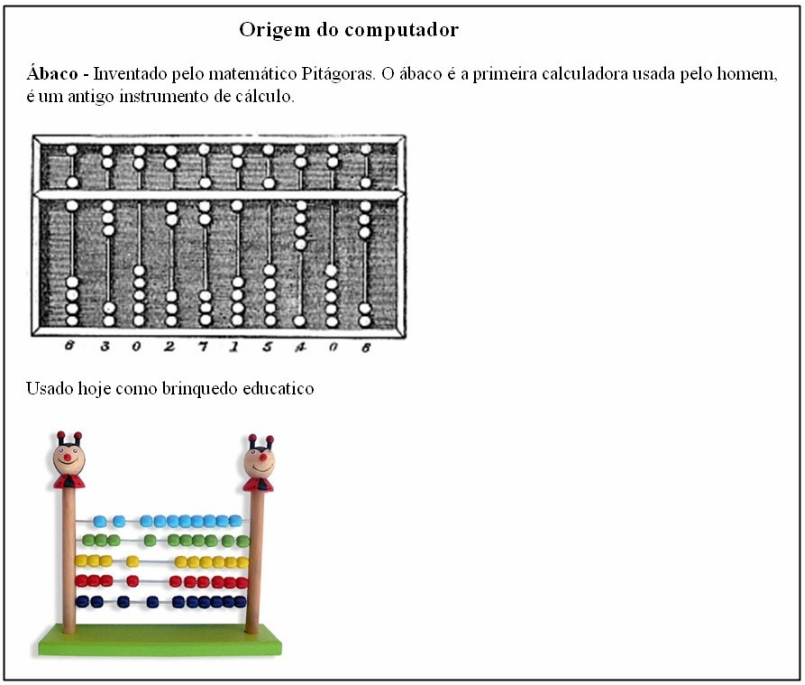
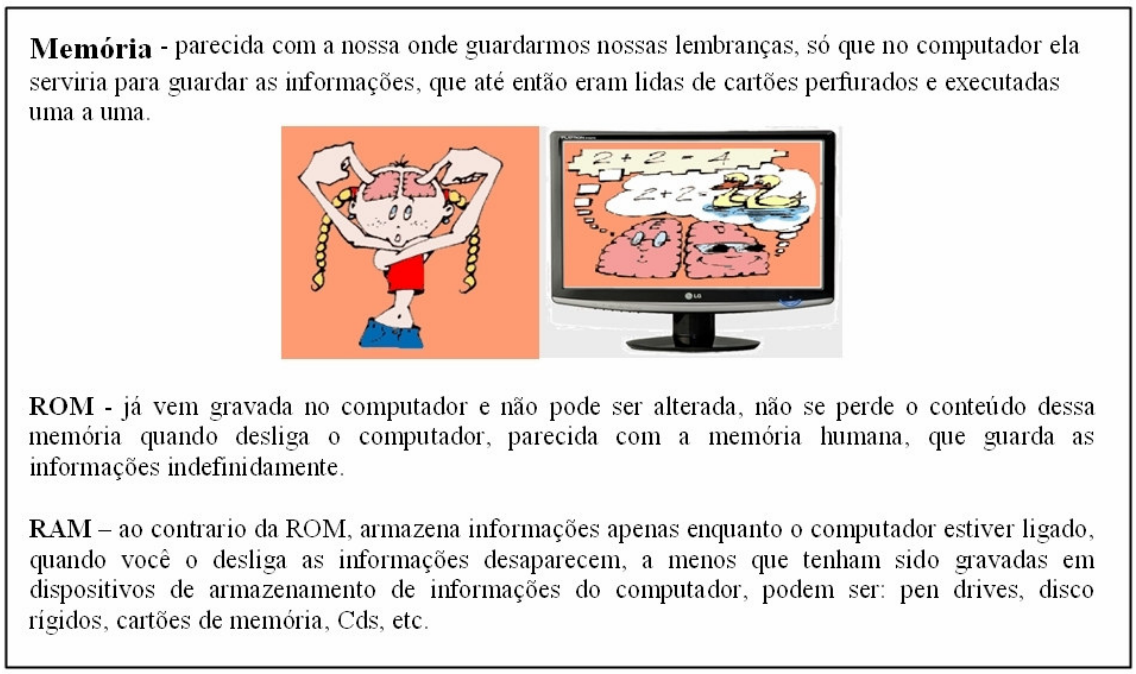

Origem do computador
Ábaco - Inventado pelo matemático Pitágoras. O ábaco é a primeira calculadora usada pelo homem, é um antigo instrumento de cálculo.
Usado hoje como brinquedo educatico

Figura 26 – Quinta página da apostila.

A aluna A04 explica o produto desenvolvido da seguinte forma: "*concluímos que elaborar um material educacional, como uma apostila, seria uma boa ideia, pois sempre que*

precisarem tirar alguma duvida poderão recorrer á biblioteca da escola, onde ficará o produto.". Sobre as ilustrações e analogias usadas no material, a aluna argumenta "*usamos algumas analogias para melhor compreensão do funcionamento do computador e muitas ilustrações*".

Mesmo fazendo uso de alguma analogia, os conteúdos foram apresentados como tópicos isolados e não inseridos em um contexto, como pode ser observado na Figura 27. Ainda que bastante atrativo em cores e com texto condizente com a realidade do público alvo, o material tem um aspecto geral bastante formal. Para a aluna A33 "*A apostila dispõe de uma linguagem informal e que segue a cultura desses alunos, além do uso de analogias que levam os alunos a capacidade de associação e criatividade que podem ajudar no aprendizado*".


Memória - parecida com a nossa onde guardarmos nossas lembranças, só que no computador ela serviria para guardar as informações, que até então eram lidas de cartões perfurados e executadas uma a uma.

ROM - já vem gravada no computador e não pode ser alterada, não se perde o conteúdo dessa memória quando desliga o computador, parecida com a memória humana, que guarda as informações indefinidamente.

RAM – ao contrario da ROM, armazena informações apenas enquanto o computador estiver ligado, quando você o desliga as informações desaparecem, a menos que tenham sido gravadas em dispositivos de armazenamento de informações do computador, podem ser: pen drives, disco rígidos, cartões de memória, Cds, etc.

Figura 27 – Nona página da apostila.

Cumpre ressaltar que os produtos desenvolvidos pelos **Grupos B e G** seguem a mesma linha do material apresentado pelo **Grupo D**, ou seja, uma apostila. O produto do **Grupo E** também tem o formato de uma apostila, porém com o diferencial de propor um programa de "Informática para Todos" e ser acompanhado de uma caixa com componentes básicos de computador para demonstração, além de "brindes" como chaveiros feitos a partir de componentes de computadores.

7.3.2. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Segundo Problema

Para que os alunos resolvessem os problemas envolvidos na segunda situação-problema deveriam adquirir conhecimentos sobre planilhas eletrônicas e conhecimentos químicos sobre a teoria do pH. Por exemplo, o **Grupo A** desenvolveu uma planilha eletrônica na qual há uma caixa de combinação com as possíveis cores de uma reação química obtida com a mistura do suco de repolho roxo com qualquer um dos alimentos testados. Após selecionar a cor obtida na reação, o nível de pH e o seu tipo são exibidos automaticamente, esse recurso implementado pelo **Grupo A** em seu produto pode ser visualizado na Figura 28.

TABELA DE pH dos ALIMENTOS

Alimento	Genero Alimentar	Cor	pH	tipo	Escala de cores para reações com
Alcachofras	Verduras	rosa	5	ácido	vermelho escuro
Alcachofras, Francês, Cozidos	Verduras	rosa	5	ácido	vermelho
Alface	Verduras		6	ácido	laranja
Alface, Boston	Verduras		6	ácido	laranja claro
Alface, Iceberg	Verduras		6	ácido	rosa
Aloe Vera	Verduras		6	ácido	rosa claro
Bambu	Verduras		5	ácido	lilas
Brócolos Cozidos	Verduras		6	ácido	azul
Brócolos, Congelados, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido	azul claro
Cebolinha	Verduras	rosa claro	6	ácido	azul petróleo
Cenouras	Verduras	rosa claro	6	ácido	verde
Cenouras, Cozidos	Verduras	rosa	5	ácido	verde mar
Cenouras, Picado	Verduras	rosa	5	ácido	verde amarelado
Cenouras, Puré	Verduras	rosa	5	ácido	amarelo
Couve-Flor	Verduras	rosa	5	ácido	
Couve-Flor, Cozida	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Ervilhas, Congeladas, Cozidas	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Ervilhas, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Ervilhas, Puré	Verduras	rosa	5	ácido	
Ervilhas, Secos (Amarelo), Cozido	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Ervilhas, Secos (Verde), Cozido	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Escarolla	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Espargos	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Espargos, Congelados, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido	
Espargos, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido	

Figura 28 – Tela criada pelo Grupo A para o registro das experiências.

Na Figura 28, por exemplo, a cor da reação do alimento alcachofra com o suco do repolho roxo resultou em uma tonalidade de rosa. Assim, após selecionar na planilha apenas a cor da reação, é exibido na tela o nível de pH; no caso, o pH é 5 e o seu tipo é ácido. A elaboração dessa planilha exigiu o uso de fórmulas que vinculassem a cor de uma reação ao seu respectivo nível de pH e também o uso de fórmulas lógicas que levassem em consideração as regras de classificação dos níveis de pH, por exemplo, se o nível de pH for menor que sete, então, o elemento testado possui pH ácido.

O **Grupo A** também utilizou uma fórmula para a contagem de alimentos analisados por gênero alimentar. Os alimentos estão em uma planilha separada da planilha que realiza a contagem. Desse modo, o grupo precisou aprender a realizar a comunicação entre planilhas em um mesmo arquivo de planilha eletrônica. Para tanto, o grupo investigou o uso do comando "!" para utilizá-lo na fórmula da contagem (Figura 29).

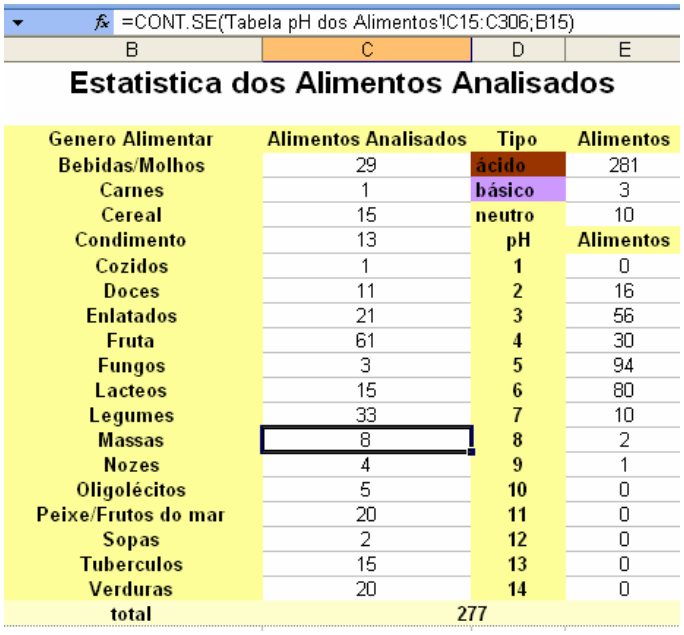


Figura 29 – Estatísticas de alimentos analisados.

Além do aspecto prático que diz respeito ao domínio da tecnologia, como por exemplo, elaborar fórmulas e organizar os dados em uma planilha, a resolução dos problemas que apareciam possibilitou também encarar a tecnologia como um meio de representação de conceitos químicos, como relata a aluna A03 em seu relatório:

"*Em casa, tomamos conhecimento da experiência do repolho roxo, procurando saber como funcionava e como era medido o pH dos alimentos com o suco de repolho roxo que é através da cor que fica os alimentos depois de colocado o suco. Também tivemos que tomar conhecimento do recursos que oferece o Microsoft Excel e da tabela de cores que indicaria o pH.*" (A03).

A aluna A05 fala em seu relatório da dificuldade para legitimar a informática no ensino e aprendizagem de conteúdos escolares e de como a resolução do segundo problema contribuiu para diminuir essa dificuldade: *"(...) o problema nos mostra o impasse do professor que não consegue relacionar informática com química*". E, após observar que há a necessidade de um contexto mais geral, uma situação autêntica, que faça a ligação entre a

informática e os conteúdos escolares, a aluna A05 completa: "*o resultado foi satisfatório em relação as aulas com caderno e lápis. (...) os alunos realizariam as experiências com o repolho roxo, visando encontrar a acidez ou alcalinidade dos alimentos mais consumidos por eles, e posteriormente as demonstrariam de forma gráfica utilizando o Excel.*"

Já o produto desenvolvido pelo **Grupo B** primou, entre outros fatores, pela originalidade. Olhando as telas não percebemos se tratar de uma planilha eletrônica, não vemos nas telas iniciais as linhas e colunas (tabela) comuns a esse tipo de ferramenta, todavia o grupo fez uso de tabelas quando foi necessário para a exibição dos dados. Ao abrir a planilha, somos apresentados a um menu bastante instintivo que trata do assunto químico proposto pelo segundo problema: pH dos alimentos (Figura 30).

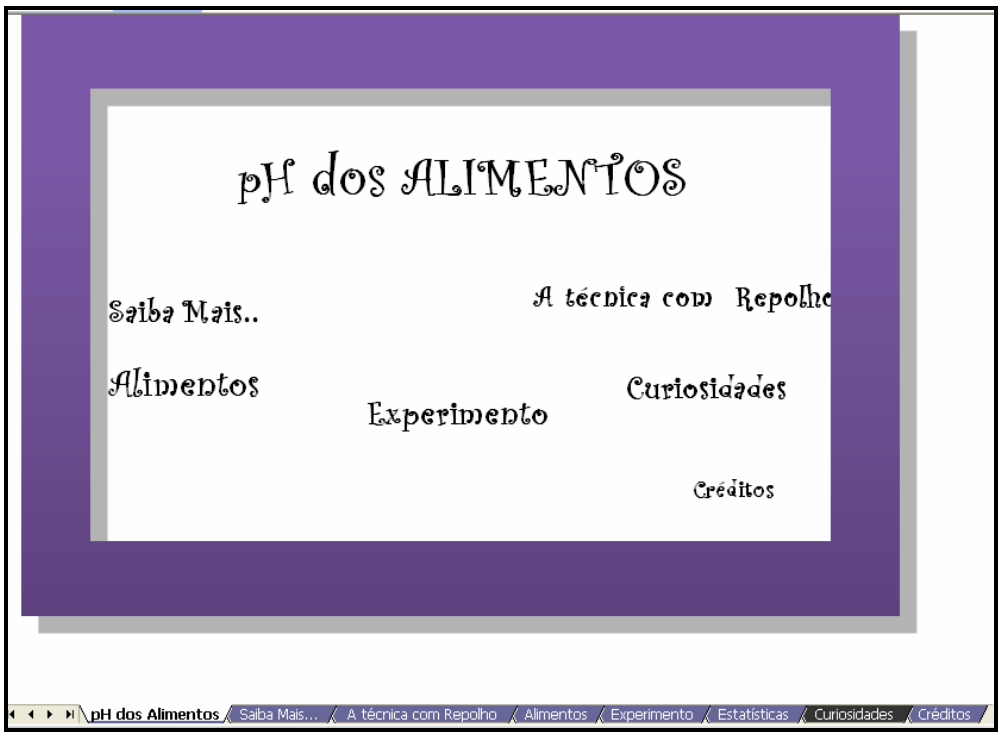


Figura 30 – Tela de abertura da planilha desenvolvida pelo Grupo B.

O grupo colocou no trabalho algumas curiosidades sobre pH em uma tela chamada "Curiosidades", acessada através de um *hiperlink*[8]. Obviamente para definir as curiosidades o grupo pesquisou a informação que seria apresentada e a analisou para determinar o que seria útil e relevante acerca do tema pH, exercitando, dessa maneira, o pensamento crítico. A aluna A11 justifica a criação da seção "Curiosidades" em seu produto da seguinte maneira: "*Para conceituar o pH, foi desenvolvida uma planilha no Excel utilizando dos seus mais diversos*

[8] *Hiperlink* se refere a um método não seqüencial e não linear de organização e apresentação de textos ou figuras (JONASSEN, 2000, p. 231).

recursos e nesta inserida uma grande quantidade de assuntos ligados ao pH, desde a sua explicação fundamental até curiosidades muito interessantes, para sempre procurar despertar cada vez mais o interesse do aluno.". A necessidade de despertar o interesse do aluno também pode ser verificada na escolha do tipo de fonte de texto usada no produto, embora por vezes se torne um pouco confuso é um tipo de fonte menos formal, comumente usada em textos voltados para os jovens.

Figura 31 – Tela com a classificação dos alimentos usados na experiência para obtenção do nível de pH.

A Figura 31 mostra que o **Grupo B** criou um repositório de informação sobre vários tipos de alimentos, elaborando uma taxonomia de alimentos testados com a solução de repolho roxo. Assim, após realizar a experiência, os alunos e professores poderiam acessar o menu "Alimentos", escolher a categoria de alimento (bebidas, doces, massas, entre outros) e registrar o resultado da experiência, ou seja, a cor resultante da reação para obter o nível de pH e o seu tipo (ácido, básico ou neutro). O processo é mostrado na Figura 32.

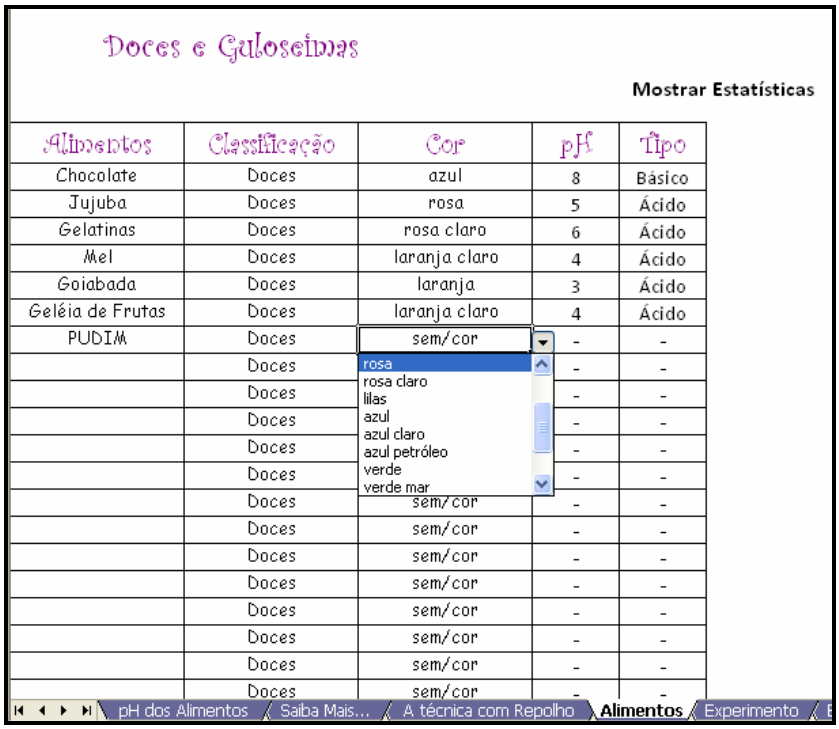


Figura 32 – Tela criada pelo Grupo B para o registro das experiências.

O mais interessante é que o grupo gerou gráficos dos níveis de pH, organizados por categorias de alimentos, como pode ser observado na Figura 33. O recurso permite ao aluno comparar os gráficos das diferentes categorias alimentares e perceber, por exemplo, em quais categorias os alimentos são mais ácidos.

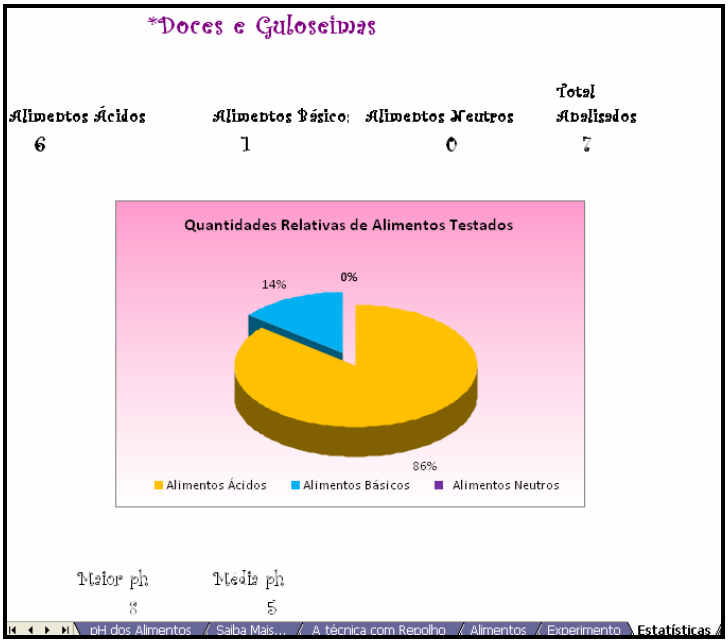


Figura 33 – Gráfico de classificação de pH para Doces e Guloseimas.

Toda a planilha elaborada pelo **Grupo B** faz uso de *hiperlinks*, ou seja, há uma ligação entre cada módulo (tela) desenvolvido. Os *links* ou ligações agregaram uma grande interatividade ao produto criado, permitindo ao usuário localizar rapidamente o conteúdo que necessita. Por exemplo, caso o usuário entre em uma tela que não atenda a seus anseios, há sempre o *link* "voltar" para retornar à tela anterior. Segundo JONASSEN (2000, p. 231-232) a interatividade é o aspecto mais relevante em sistemas que utilizam *hiperlinks*, pois permitem aos usuários determinar a sequência a seguir para acessar um conteúdo e desenvolver a informação apresentada para torná-la mais significativa do ponto de vista pessoal. A interatividade do usuário com o produto desenvolvido foi uma característica propositalmente buscada pelo grupo, como relata a aluna A16:

"*Através dos recursos computacionais foi possível desenvolver um material interativo e fora do "padrão" pedagógico das escolas em geral. Foi possível criar uma tabela dinâmica onde o aluno tem total liberdade para analisar o conceito de pH, realizando os experimentos (aplicando os conceitos químicos) e analisando/testando através da tabela apresentada.*" (A16).

Obviamente a interatividade significa uma característica bastante explorada, quando se trata das pessoas que utilizam sistemas com *hiperlinks.* Mas e com relação às pessoas que constroem os *hiperlinks,* caso dos alunos deste estudo, como ocorre o desenvolvimento cognitivo? Notei que a criação dos *hiperlinks* colocou os alunos como autores que definiam, segundo suas próprias concepções, a organização das informações que encontravam. Tal ação tem a ver com a organização conceitual proposta por Novak nos mapas conceituais, um conteúdo organizado conceitualmente possibilita "navegar" de conceitos mais gerais para conceitos mais específicos e vice-versa (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 32). Nesse sentido, SPOEHR (1995) apud JONASSEN (2000, p. 233), destaca que os alunos autores de *hiperlinks* se tornam,

> (...) mais proficientes na organização do conhecimento sobre uma dada matéria, fazendo-o de uma forma mais especializada; eles representam relações múltiplas entre ideias relacionadas e organizam os conceitos em núcleos significativos.

No que concerne ao aprendizado de aspectos tecnológicos da planilha eletrônica, o *layout* do produto criado pelo **Grupo B**, bem como suas funcionalidades demandou a aquisição de conhecimentos sofisticados de formatação, uso de *hiperlinks* e aplicação de fórmulas matemáticas.

No produto apresentado pelo **Grupo C**, os gráficos foram criados com o objetivo de facilitar a "leitura" dos dados mediante representações gráficas que as planilhas

disponibilizam. Por exemplo, a Figura 34 mostra um gráfico com os tipos de alimentos que foram mais utilizados na experiência para determinação do pH. Tal apresentação gráfica é importante para que os alunos possam perceber quais os alimentos mais comuns ao seu cotidiano, já com o gráfico da Figura 35 é possível determinar qual tipo de alimento é mais consumido (ácido, básico ou neutro).

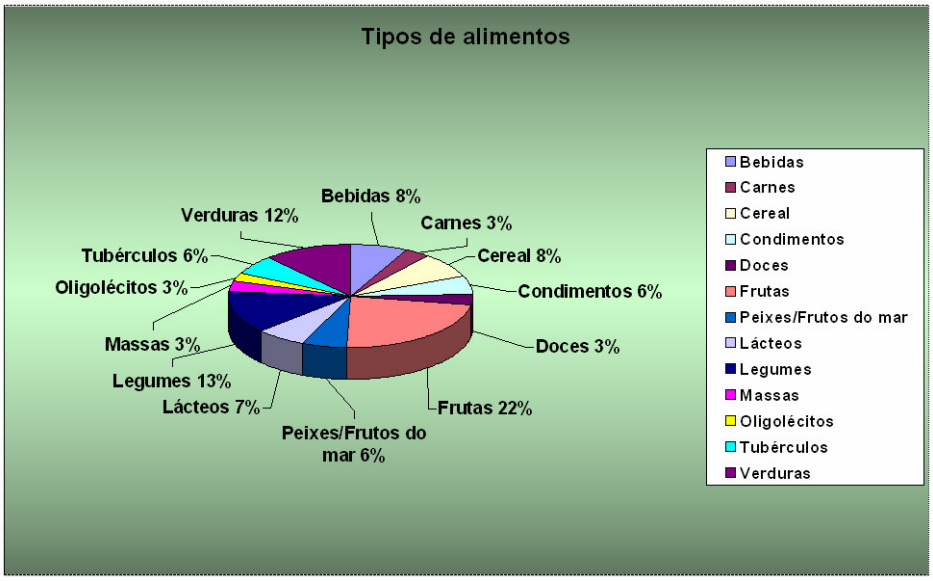


Figura 34 – Gráfico com os tipos de alimentos testados.

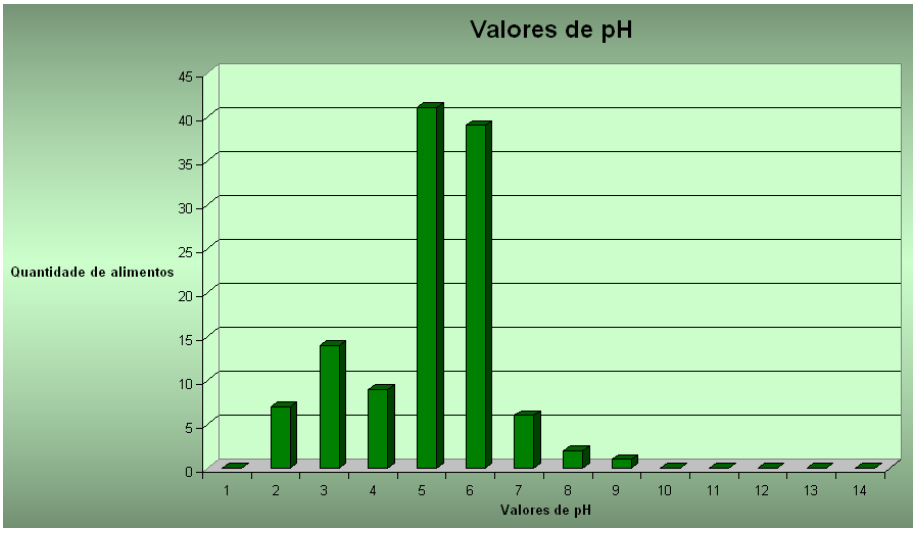


Figura 35 – Gráfico com a quantidade de alimentos por nível de pH.

Ao analisar os gráficos criados para o produto, as alunas A02 e A42 concluíram que a maioria dos alimentos testados possuem pH ácido, pois de acordo com o gráfico da Figura 35, cerca de 80 alimentos testados o possuem entre 5 e 6. Sobre essa inferência a aluna A02 escreve em seu relatório: "*A maioria dos alimentos são ligeiramente ácidos, uma vez que os*

produtos alcalinos têm, em geral, sabor desagradável. Isto implica um alto consumo pela população do que lhes é mais agradável.". Além de conclusões mais gerais sobre pH, questões mais específicas sobre o uso de planilhas eletrônicas também foram inferidas como relata a aluna A42: "*De forma geral, podemos concluir que o Excel é um ótimo programa para construção de planilhas, tabelas e gráficos.*".

Ainda sobre a construção de conhecimentos mais específicos sobre planilhas eletrônicas, o aluno A20 me procurou com o seguinte problema: o aluno gostaria que quando clicasse em um botão aparecesse uma caixa de mensagem com um campo para o aluno digitar o alimento que seria testado e quando clicasse no botão "ok" dessa caixa, o alimento deveria aparecer automaticamente no final da lista. Eu disse ao aluno que haveria necessidade de ele aprender sobre uso de macros[9] em planilhas eletrônicas e também emprestei a ele um livro sobre o tema. O aluno desenvolveu sua ideia e o resultado pode ser observado nas Figuras 36 e 37.

	Alimento	Genero Alimentar	Cor	pH	tipo
4	Alcachofras	Verduras	rosa	5	ácido
5	Alcachofras, Francês, Cozidos	Verduras	rosa	5	ácido
6	Alface	Verduras	rosa claro	6	ácido
7	Alface, Boston	Verduras	rosa claro	6	ácido
8	Alface, Iceberg	Verduras	rosa claro	6	ácido
9	Aloe Vera	Verduras	rosa claro	6	ácido
10	Bambu	Verduras	rosa	5	ácido
11	Brócolos Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido
12	Brócolos, Congelados	Verduras	rosa claro	6	ácido
13	Cebolinha	Verduras	rosa claro	6	ácido
14	Cenouras	Verduras	rosa claro	6	ácido
15	Cenouras, Cozidos	Verduras	rosa	5	ácido
16	Cenouras, Picado	Verduras	rosa	5	ácido
17	Cenouras, Puré	Verduras	rosa	5	ácido
18	Couve-Flor	Verduras	rosa	5	ácido
19	Couve-Flor, Cozida	Verduras	rosa claro	6	ácido
20	Ervilhas, Congeladas, Cozidas	Verduras	rosa claro	6	ácido
21	Ervilhas, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido
22	Ervilhas, Puré	Verduras	rosa	5	ácido
23	Ervilhas, Secos (Amarelo), Cozido	Verduras	rosa claro	6	ácido
24	Ervilhas, Secos (Verde), Cozido	Verduras	rosa claro	6	ácido
25	Escarolla	Verduras	rosa claro	6	ácido
26	Espargos	Verduras	rosa claro	6	ácido
27	Espargos, Congelados, Cozidos	Verduras	rosa claro	6	ácido

Figura 36 – Planilha com uma caixa de texto para o usuário digitar o alimento que será testado.

[9] Macros são miniprogramas que identificam uma sequência de operações que o programa deve desempenhar quando for pressionada uma determinada tecla (JONASSEN, 2000, p. 104).

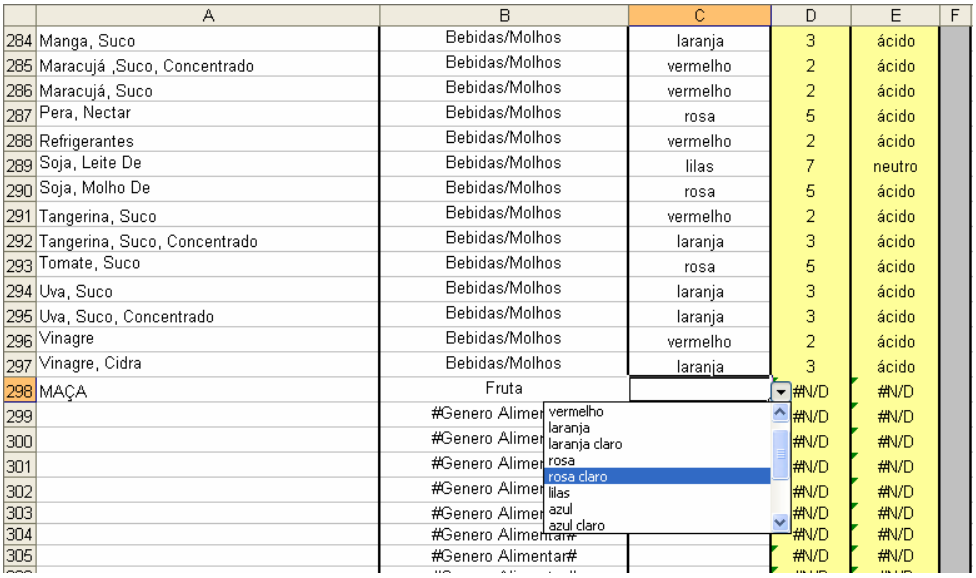


Figura 37 – O alimento digitado é automaticamente armazenado na última linha da planilha.

7.3.3. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Terceiro Problema

A terceira situação-problema que os alunos receberam abordava questões relacionadas à programação de computadores voltada para conceitos químicos e desenvolvimento de raciocínio lógico para encontrar uma solução algorítmica para os problemas que surgiam neste processo.

É importante destacar que cada programa de computador desenvolvido pelos alunos, por ocasião da resolução do terceiro problema, tinha várias funções que utilizavam conceitos químicos selecionados pelos próprios alunos, porém, destaco apenas uma ou duas funções de cada programa a fim de fornecer ao leitor uma visão geral de como os alunos desenvolveram seus programas.

Além de os alunos terem estudado os comandos da linguagem de programação Pascal para descrever uma solução de um problema por meio desta linguagem, os alunos também tiveram que compreender o conceito de algoritmo, sobretudo, algoritmos que envolviam fórmulas químicas. O aspecto da usabilidade do programa também foi privilegiado pelos alunos que, objetivando uma maior aproximação com os usuários, buscavam criar telas que estimulassem o usuário a usar as funções químicas disponibilizadas pelo programa.

Assim, mesmo contando com os recursos limitados da linguagem Pascal no que se refere à construção de telas gráficas, alguns alunos utilizaram a exibição de caracteres como barra (/), pipe (|), underscore (_), entre outros, para criar uma tela graficamente mais agradável para o usuário. O **Grupo A**, com a intenção de chamar a intenção do usuário e informá-lo que o programa se tratava de uma calculadora química utilizou comandos do Pascal para atingir tal intento como podemos observar na Figura 38. O resultado dos comandos criados pelo grupo é mostrado na Figura 39.

```
Textcolor(lightblue);

gotoxy(10,1);writeln('  ____                _                _                                  ');
gotoxy(10,2);writeln(' / ___|__ _| | ___ _   _| | __ _  ___ | |_ __ _ _   _ _   _ _ __ ___   ');
gotoxy(10,3);writeln('| |   / _` | |/ __| | | | |/ _` |/ _ \| __/ _` | | | | | | | '_ ` _ \  ');
gotoxy(10,4);writeln('| |__| (_| | | (__| |_| | | (_| | (_) | || (_| | |_| | |_| | | | | | | ');
gotoxy(10,5);writeln(' \____\__,_|_|\___|\__,_|_|\__,_|\___/ \__\__,_|\__,_|\__,_|_| |_| |_| ');


Textcolor(lightred);
Textbackground(darkgray);

gotoxy(22,7);writeln('                _                                ');
gotoxy(22,8);writeln('  ___          (_)                 _             ');
gotoxy(22,9);writeln(' / _ \  _   _  _  _ __ ___  (_)  ___  __ _  ');
gotoxy(22,10);writeln('| | | || | | || || '_ ` _ \ | | / __|/ _` | ');
gotoxy(22,11);writeln('| |_| || |_| || || | | | | || || (__| (_| | ');
gotoxy(22,12);writeln(' \__\_\ \__,_||_||_| |_| |_||_| \___|\__,_| ');
```

Figura 38 – Comandos em Pascal para escrever o texto “Calculadora Química”.

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - TURBO
1 Distribuicao Eletrônica2 Molaridade (mol/L)3 Densidade4 Número de Mols5 Sair E
scolha uma opcao -->

Figura 39 – Tela de abertura do programa.

Sobre o uso de comandos para desenvolver uma interface diferenciada, muitos grupos optaram por personalizar a apresentação do programa, como, por exemplo, o **Grupo B** que colocou as opções do menu dentro de uma figura cúbica (Figura 40). Cumpre ressaltar que o "cubo" feito pelo grupo foi desenhado utilizando vários comandos para posicionar os traços corretamente na tela.

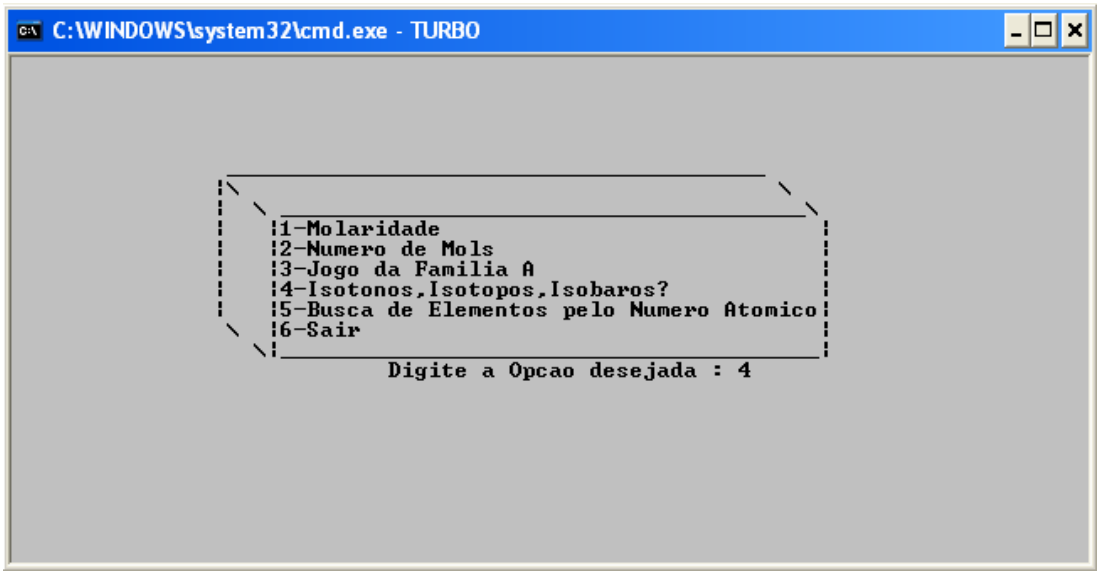


Figura 40 – Tela de abertura do programa com o menu de opções dentro de um "cubo".

Do ponto de vista cognitivo, o uso de comandos em Pascal para "desenhar" na tela do computador se aproxima da função atribuída à Tartaruga[10] no Logo gráfico (VALENTE,

[10] Tartaruga é um "robô" utilizado pelo Logo gráfico par responder aos comandos do usuário. A tartaruga do Logo se move na tela do computador em atividades gráficas, segundo comandos escritos pelo usuário em linguagem de programação Logo (VALENTE, 1993a, p. 16).

2002, p. 18-19), pois os alunos precisaram refletir sobre como posicionar na tela cada um dos referidos caracteres para gerar a figura ou texto desejado. Para tanto, fizeram uso do comando gotoxy que posiciona os caracteres na tela do computador, segundo as coordenadas do eixo X e Y. Por exemplo, ao utilizar o seguinte comando: gotoxy (10, 2); writeln ('PBL'); o texto "PBL" será exibido na coluna 10 e linha 2 da tela.

Além de resolver problemas relacionados à interface de tela, o **Grupo A** elaborou um programa para determinar a distribuição eletrônica dos elementos químicos. No programa, o usuário digita o número atômico do elemento e é exibida na tela sua distribuição eletrônica (Figura 41).

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - TURBO
3Li 4Be 5B 6C 7N 8O 9F 10Ne
11Na12Mg 13Al14Si15P 16S 17Cl18Ar
19K 20Ca21Sc22Ti23V 24Cr25Mn26Fe27Co28Ni29Cu30Zn31Ga32Ge33As34Se35Br36Kr
37Rb38Sr39Y 40Zr41Nb42Mo43Tc44Ru45Rh46Pd47Ag48Cd49In50Sn51Sb52Te53I 54Xe
55Cs56Ba-- 72Hf73Ta74W 75Re76Os77Ir78Pt79Au80Hg81Tl82Pb83Bi84Po85At86Rn
87Fr88Ra--
57La 58Ce59Pr 60Nd 61Pm 62Sm 63Eu 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tm 70Yb 71Lu
89Ac 90Th91Pa 92U 93Np 94Pu 95Am 96Cm 97Bk 98Cf 99Es 100Fm101Md102No103Lr
Digite o numero atomico do elemento
3

Figura 41 – Requisição do número atômico de um determinado elemento.

Por exemplo, ao digitar o número atômico 3, é exibido na tela que o elemento é o Lítio e sua distribuição é a seguinte: **Li [He] $2s^1$** (Figura 42) .

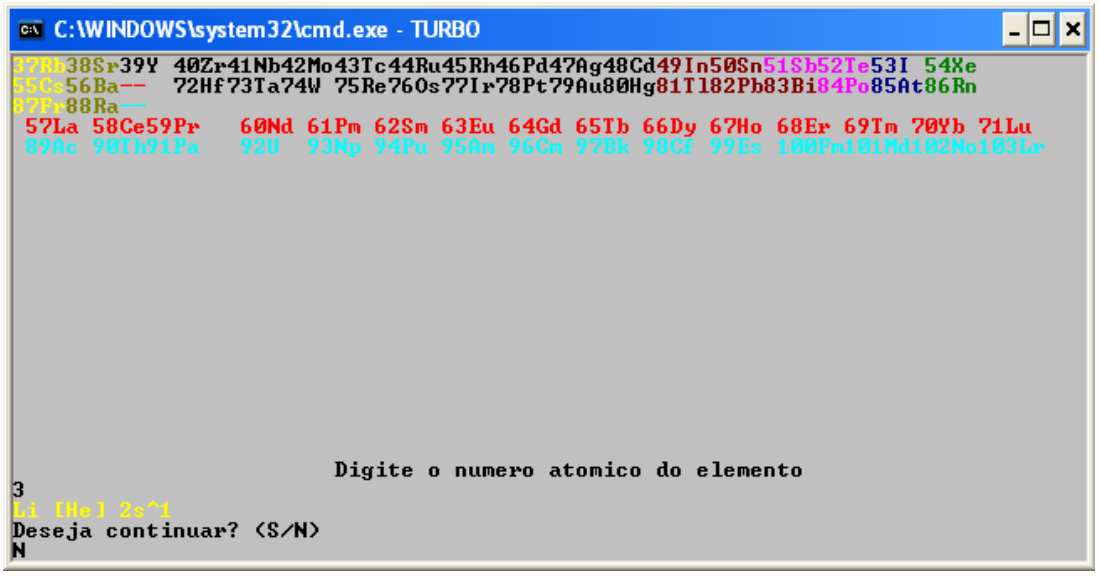

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - TURBO
37Rb38Sr39Y 40Zr41Nb42Mo43Tc44Ru45Rh46Pd47Ag48Cd49In50Sn51Sb52Te53I 54Xe
55Cs56Ba-- 72Hf73Ta74W 75Re76Os77Ir78Pt79Au80Hg81Tl82Pb83Bi84Po85At86Rn
87Fr88Ra--
57La 58Ce59Pr 60Nd 61Pm 62Sm 63Eu 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tm 70Yb 71Lu
89Ac 90Th91Pa 92U 93Np 94Pu 95Am 96Cm 97Bk 98Cf 99Es 100Fm101Md102No103Lr
Digite o numero atomico do elemento
3
Li [He] 2s^1
Deseja continuar? (S/N)
N

Figura 42 – É apresentada ao usuário a distribuição eletrônica para o elemento de número atômico 3.

O algoritmo desenvolvido pelo grupo teve como parâmetro de criação a seguinte condição: caso o número digitado pelo usuário seja um número atômico entre 1 e 103 será exibida na tela a distribuição eletrônica para o número do elemento digitado. A Figura 43 demonstra como o grupo definiu as mensagens que deveriam ser exibidas para cada um dos números atômicos de elementos químicos compreendidos ente 1 e 103.

```
CASE Elemento OF
   01:
    Begin
       textcolor(white);gotoxy(35,35); WRITELN ('H 1s^1');
    End;
    02:
    Begin
       textcolor(green);gotoxy(35,35); WRITELN ('He 1s^2');
    End;
    03:
    Begin
       textcolor(yellow);gotoxy(35,35); WRITELN ('Li [He] 2s^1');
    End;
    04:
    Begin
       textcolor(brown);gotoxy(35,35);WRITELN ('Be [He] 2s^2');
    End;
    05:
    Begin
       textcolor(lightmagenta);gotoxy(35,35); WRITELN('B [He] 2s^2, 2p^1');
    End;
    06:
```

Figura 43 – Algoritmo para determinar a distribuição eletrônica para o número atômico de um elemento.

A aluna A16 explica seu algoritmo de distribuição eletrônica da seguinte forma: "*o programa criado não representa uma calculadora química, e sim um teste de verificação, porém é concedido aos alunos no menu principal do programa opções para cálculos simples dentro do contexto da química*" (A16). A fala da aluna revela que para criar o programa o

grupo necessitou compreender e representar as regras que determinam a distribuição eletrônica de um elemento, bem como outros conceitos químicos. De acordo com JONASSEN (2000, p. 22), o emprego cognitivo de ferramentas computacionais exige do aluno um empenho maior na matéria estudada,

> Os alunos não podem utilizar as ferramentas cognitivas sem pensarem profundamente sobre o conteúdo que estão a aprender e, se optarem por utilizar estas ferramentas para os ajudar a aprender, elas irão facilitar a aprendizagem e os processos de construção de significados.

Nessa mesma direção a aluna A22 relata sua experiência cognitiva com a linguagem Pascal: *"ao mesmo tempo em que seria montada uma calculadora química para facilitar o aprendizado, os alunos tiveram que elaborar as fórmulas para a calculadora, com isso estaria exercitando os conceitos*" (A22).

Ainda na perspectiva de uso do Turbo Pascal, como uma ferramenta cognitiva, O **Grupo C** optou por fazer um programa que, entre outros cálculos, determinasse a velocidade observada de uma reação química. Para tanto, estudaram como deveriam representar na linguagem Pascal a equação química de Arrhenius. Para testar a equação de Arrhenius o usuário deveria selecionar a opção 1 do menu a ele apresentado (Figura 44).

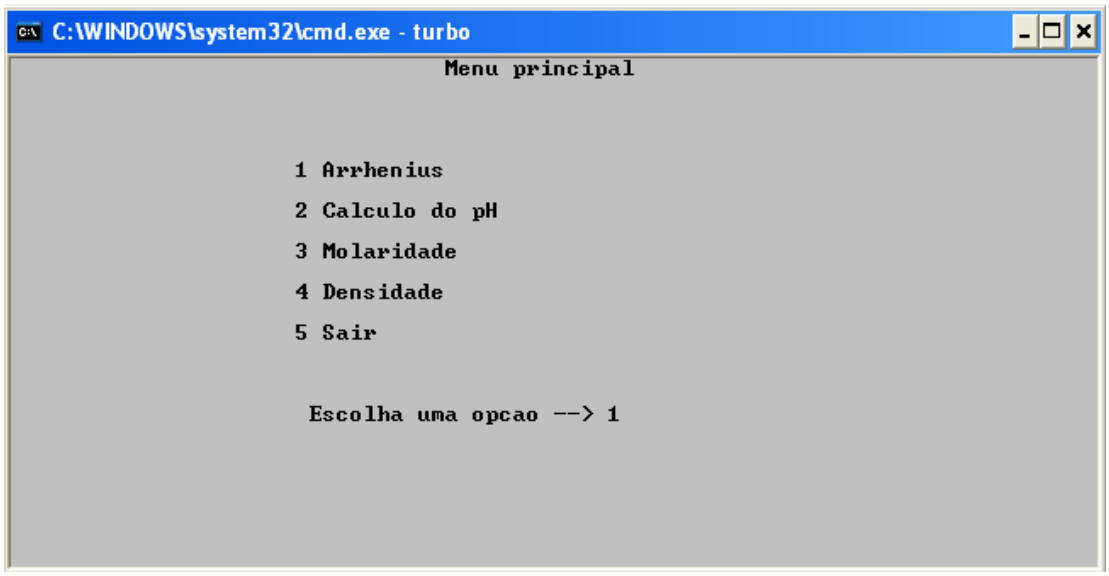


Figura 44 – Menu principal do programa com quatro opções de cálculos.

O grupo escreveu um algoritmo em Pascal para representar a equação de Arrhenius segundo valores informados pelo usuário (Figura 45), a fim de determinar o valor da constante de velocidade.

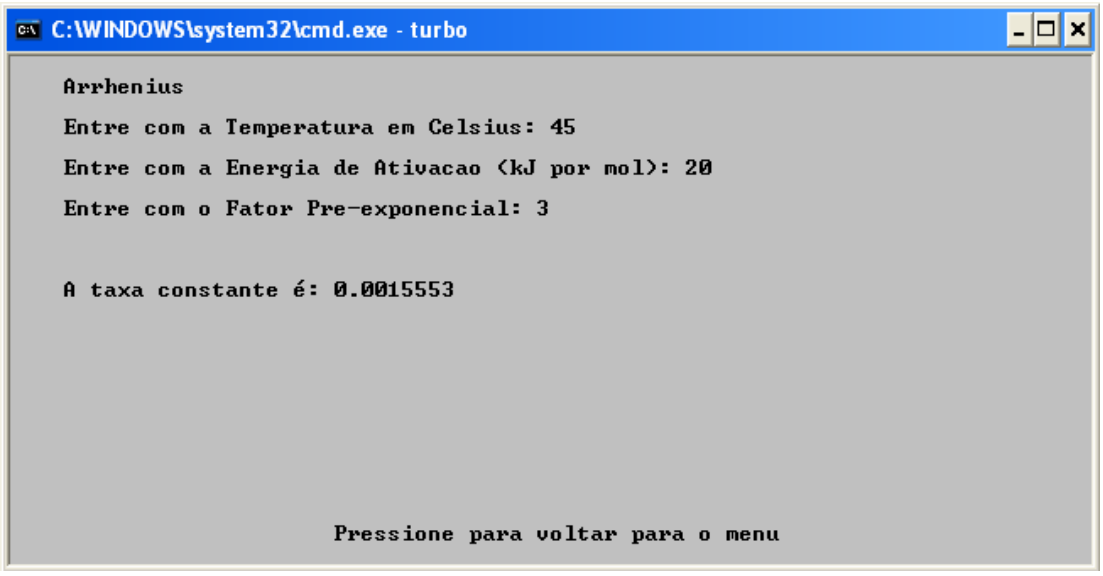

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - turbo
Arrhenius
Entre com a Temperatura em Celsius: 45
Entre com a Energia de Ativacao (kJ por mol): 20
Entre com o Fator Pre-exponencial: 3
A taxa constante é: 0.0015553
Pressione para voltar para o menu

Figura 45 – Tela para que o usuário informe os valores para calcular a equação de Arrhenius.

A aluna A23 fala sobre o algoritmo desenvolvido: "*utilizamos o Turbo Pascal, um programa que nos permite criar algoritmos que permitem aos alunos executarem cálculos químicos sem precisarem realmente calculá-los, ou seja, eles informam os valores e o computador calcula*" (A23). É importante ressaltar que, para o computador executar o cálculo de Arrhenius, as regras do cálculo, bem como as variáveis utilizadas na fórmula foram definidas previamente pelos alunos, como mostra a Figura 46.

```
{ Arrhenius - Programa que calcula a taxa constante em qualquer temperatura
e da o fator pre-esponencial e a energia de ativacao da reacao }

Procedure rot_arrhenius;
const
GasConst = 8.314 ;
rogHeader = '<<< Dependencia da temperatura de taxas constantes >>>';
var
ActivEner, PreExp,
RateConst, TempC, TempK: real;
Begin
     clrscr;
     gotoxy(5, 2); write('Arrhenius');
     gotoxy(5, 4); write('Entre a Temperatura em Celsius:'); readln(TempC);
     gotoxy(5, 6); write('Entre a Energia de Ativacao (kJ por mol):' ); readln(ActivEner);
     gotoxy(5, 8); write('Entre o Fator Pre-exponencial: '); readln(PreExp);
     TempK := TempC + 273;

     RateConst := PreExp * EXP((-ActivEner * 1.00E+03) / (GasConst * TempK)) ;
     gotoxy(5, 12); writeln('A taxa constante e: ' , RateConst:10);
     gotoxy(25,24); writeln('Pressione para voltar para o menu ');
     readln;
end;
```

Figura 46 – Algoritmo usado para representar a equação de Arrhenius.

O fato dos alunos definirem o algoritmo, ou seja, descreverem para o computador os passos sequenciais para a resolução de um problema (seja uma fórmula ou um teste químico)

resulta no que JONASSEN (2000, p. 23) chamou de uma parceria intelectual entre o aluno e a ferramenta responsável por executar seu algoritmo,

> Nas parcerias intelectuais, os alunos devem ser responsáveis por reconhecer e julgar padrões de informação, organizando-a posteriormente (tarefas que os humanos realizam melhor do que os computadores), enquanto o computador deve efetuar cálculos e armazenar e recuperar informação (tarefas que os computadores realizam muito melhor do que os humanos).

Essa parceria intelectual teve contornos bastante evidentes, quando o **Grupo D** precisou resolver o problema de como fazer um programa que determinasse a entalpia (Figura 47). O grupo, após analisar sobre o resultado do algoritmo feito, percebeu que era necessário primeiro representar em Pascal uma fórmula para calcular a variação de temperatura para depois utilizar a temperatura no cálculo da entalpia. Além disso, o grupo utilizou algoritmos com testes lógicos para determinar se a substância estava cedendo ou absorvendo calor ou ainda se sua temperatura era constante (Figura 48).

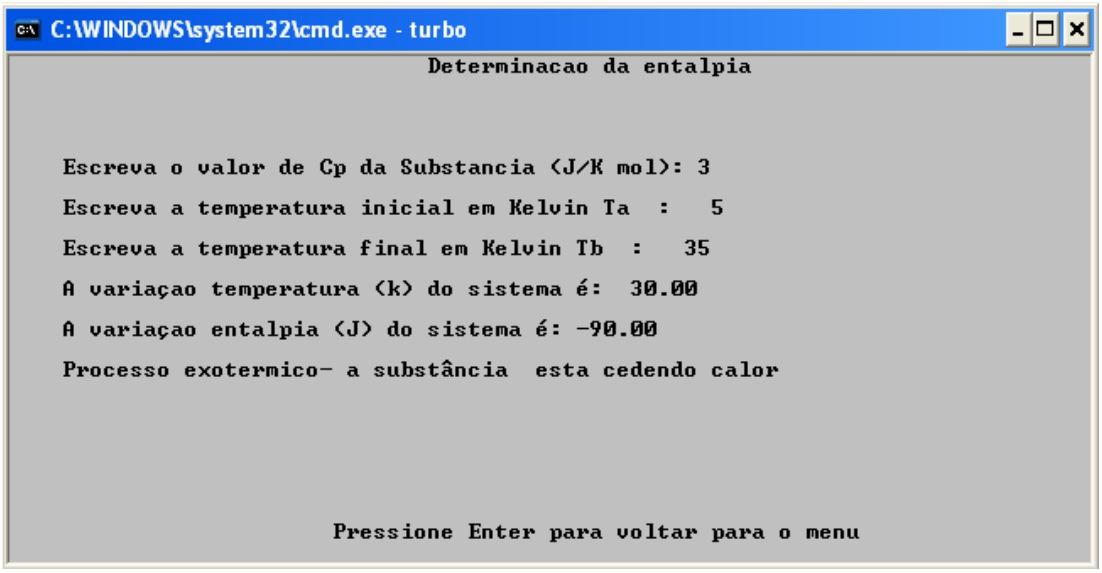

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - turbo
Determinacao da entalpia
Escreva o valor de Cp da Substancia (J/K mol): 3
Escreva a temperatura inicial em Kelvin Ta : 5
Escreva a temperatura final em Kelvin Tb : 35
A variaçao temperatura (k) do sistema é: 30.00
A variaçao entalpia (J) do sistema é: -90.00
Processo exotermico- a substância esta cedendo calor
Pressione Enter para voltar para o menu

Figura 47 – Tela para a determinação da Entalpia.

```
Procedure cal_dH;
var
  dH,x, a , b, Cp: real;
Begin
  textcolor(green);textbackground(darkgray);clrscr;
  gotoxy(32, 1); writeln('Determinacao da entalpia');
  gotoxy(5, 6); write('Escreva o valor de Cp da Substancia (J/K mol) '); readln(Cp);
  gotoxy(5, 8); write('Escreva a temperatura inicial em Kelvin Ta  :   '); readln(a);
  gotoxy(5, 10); write('Escreva a temperatura final em Kelvin Tb  :   '); readln(b);
     x:=b-a;
     dH:=-Cp*x;
  gotoxy(5,12); write('A variaçao temperatura (k) do sistema ,: ', x:6:2);
  gotoxy(5,14); write('A variaçao entalpia (J) do sistema ,: ',dH:6:2);
  gotoxy(5,16);
  If (dH<0) then
     Begin
       writeln ('Processo exotermico - a substância  esta cedendo calor');
     end
     Else
      Begin
        If (dH=0) then
         Begin
          writeln ('Temperatura constante');
         end
          else
             begin
               If (dH>0)  then
```

Figura 48 – Algoritmo usado para representar a determinação da Entalpia.

O diferencial do programa desenvolvido pelo **Grupo E** diz respeito à forma como elaborou as opções do programa criado. O grupo optou por fazer com que cada um dos cinco temas disponíveis no menu principal (Figura 49) levasse a outros menus (submenus), nos quais os cálculos e informações sobre o tema selecionado seriam apresentados com mais detalhes (Figura 50). Uma integrante do **Grupo E** fala sobre o recurso utilizado: "*No nosso trabalho há um menu dentro de outro menu no qual o aluno chegará a seu objetivo em poucas tecladas*" (A03). Criar "um menu dentro de outro menu" levou o grupo a elaborar uma rede semântica com a descrição explicita de conceitos e de suas inter-relações. Ou seja, os alunos partiam de conceitos mais gerais (exibidos no menu principal) para conceitos mais específicos (exibidos nos submenus).

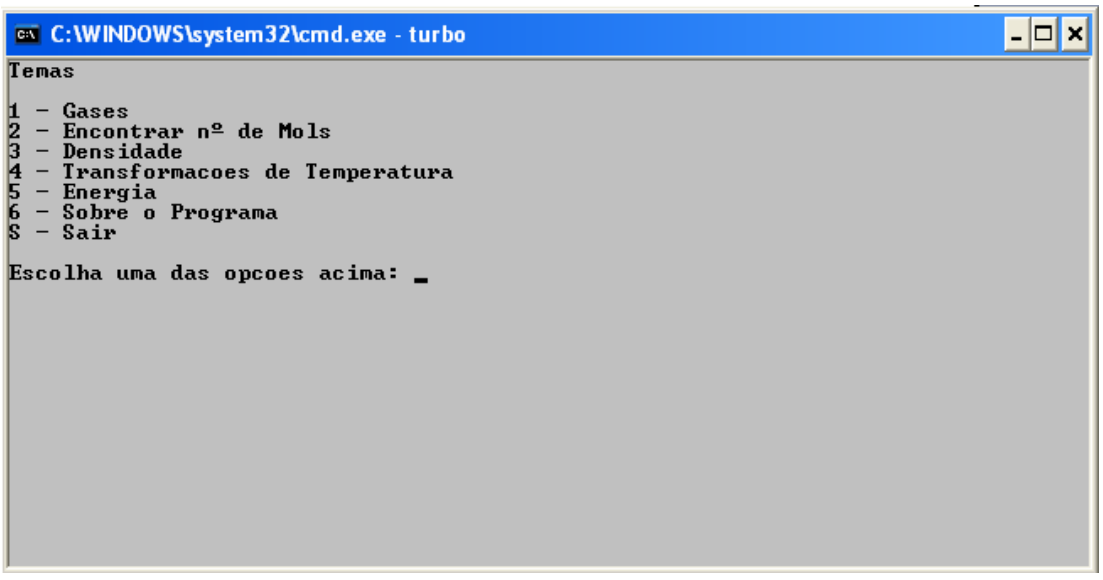


Figura 49 – Menu principal do programa.

O grupo também adicionou ao menu uma opção que permitia ao usuário voltar ao menu anterior sempre que julgasse necessário (Figura 50). O uso de submenus se aproxima bastante da criação de *hiperlinks*, porém, nesse caso, a construção dos "*hiperlinks*" ocorreu de forma totalmente manual, ou seja, o grupo não fez uso de um recurso pronto disponibilizado por um aplicativo para ligar um nó (palavras, páginas, imagens, gráficos) a outro. Para criar os "*hiperlinks*", o grupo escreveu comandos em Pascal, testou os comandos e observou se o resultado refletia o que o grupo esperava.

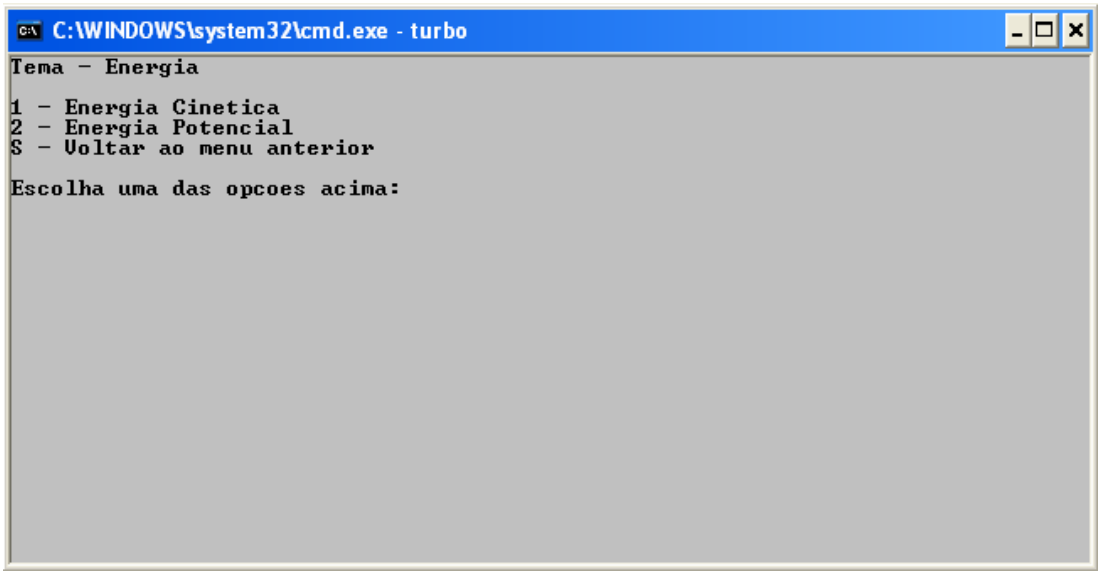

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - turbo
Tema - Energia
1 - Energia Cinetica
2 - Energia Potencial
S - Voltar ao menu anterior
Escolha uma das opcoes acima:

Figura 50 – Sub-menu do item Energia.

É pertinente esclarecer que os menus e submenus foram implementados para organizar 28 procedimentos criados pelo grupo para realizar cálculos químicos, fazer testes e fornecer informações sobre diferentes temas da química. Os procedimentos criados envolveram conceitos extremamente sofisticados de programação como, por exemplo, passagem de parâmetros. Um exemplo de procedimento pode ser visto na Figura 51, cujo objetivo é fornecer ao usuário a energia cinética após ele informar um valor para a massa e outro para a velocidade (Figura 52).

```
procedure ec_calc_ec;
  var m:real;
  v:real;
  resultado:real;
begin
  clrscr;
    highvideo;
    writeln('Encontrar a Energia Cinetica');
    normvideo;
    writeln;
    write('Entre com o valor da Massa: ');
    readln(m);
    write('Entre com o valor da Velocidade: ');
    readln(v);

    resultado:= (m*(v*v))/2;

    writeln('Resultado: ',resultado:4:2, ' J');
    writeln;
    textcolor(yellow);
    writeln('Pressione qualquer tecla para voltar ao menu anterior');
    normvideo;
  readkey;
  menu_energia_cinetica;
end;
```

Figura 51 – Algoritmo usado para calcular a energia cinética.

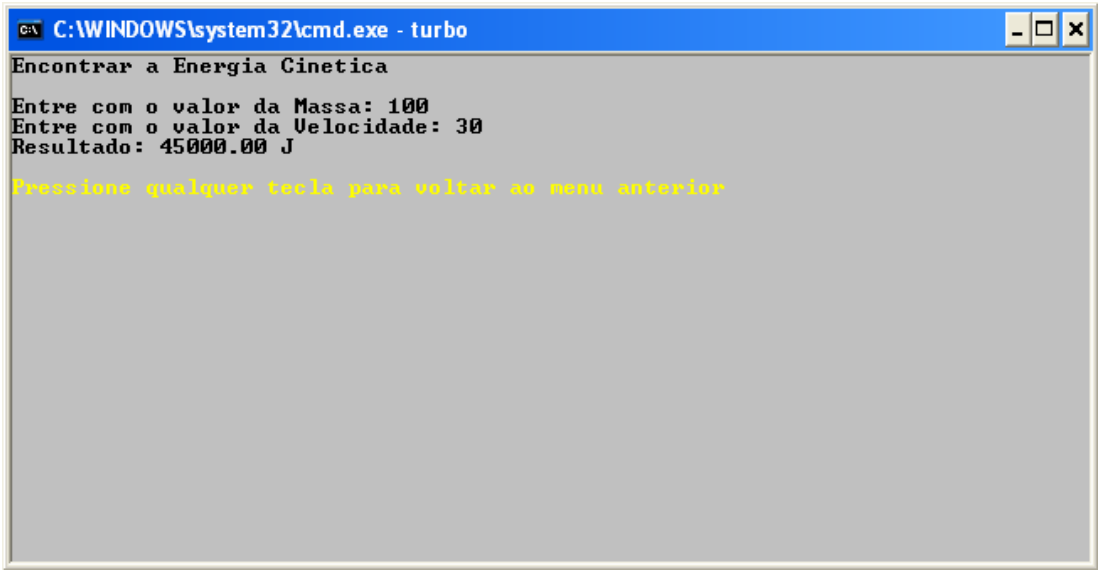

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - turbo
Encontrar a Energia Cinetica
Entre com o valor da Massa: 100
Entre com o valor da Velocidade: 30
Resultado: 45000.00 J
Pressione qualquer tecla para voltar ao menu anterior

Figura 52 – Tela para o cálculo da energia cinética.

A aluna A05, ao enviar seu programa para o professor, avaliou seu aprendizado da seguinte forma: "*Este terceiro produto, apesar de mais interessante, foi também o mais complicado, contudo o aprendizado foi muito maior também.*".

Embora alguns alunos tenham usado em seus programas o tema de ácidos e bases, que foi o foco do segundo problema, a necessidade de escrever um algoritmo, que constantemente perguntasse ao usuário se ele gostaria de classificar o pH, demandou um aprofundamento no tema e também na linguagem de programação para representar tais regras, como podemos observar na Figura 53. Assim, o **Grupo F** buscou aprender uma estrutura de repetição em Pascal (Estrutura *While*), que possibilitasse repetir a classificação do pH enquanto o usuário

desejasse. Mais uma vez a aprendizagem de um conteúdo estava articulada com a necessidade de resolver um problema: "*foi preciso que pesquisássemos a linguagem do programa Pascal, para entendermos melhor seu funcionamento*" (A10).

```
writeln('Determinacao do pH');
writeln('Deseja classificar um valor de pH? - (S/N)');
readln(resp);

WHILE (resp='S') DO
Begin
  writeln('Informe um valor de pH');
  readln(pH);
  If (0<pH) and (pH<7) then
     Begin
      writeln ('Acido');
     end
     Else
     Begin
      If (pH=7) then
       Begin
        writeln ('Neutro');
       end
       else
        begin
          If (pH>7) and (pH<=14) then
           Begin
            writeln ('Basico');
           end
           Else
```

Figura 53 – Algoritmo usado para classificar um nível de pH.

No programa desenvolvido pelo **Grupo F**, o usuário continuará classificando valores de pH até que ele responda "N" à seguinte pergunta: "Deseja classificar um valor de pH? - (S/N)". O algoritmo testa se o valor digitado pelo usuário está entre 0 e 14, ou seja, se o valor do pH é um valor válido. Caso seja um valor inválido, é exibida uma mensagem para o usuário. Caso seja um valor válido é realizado um teste lógico para determinar se o valor de pH é ácido, básico ou neutro (Figura 54).

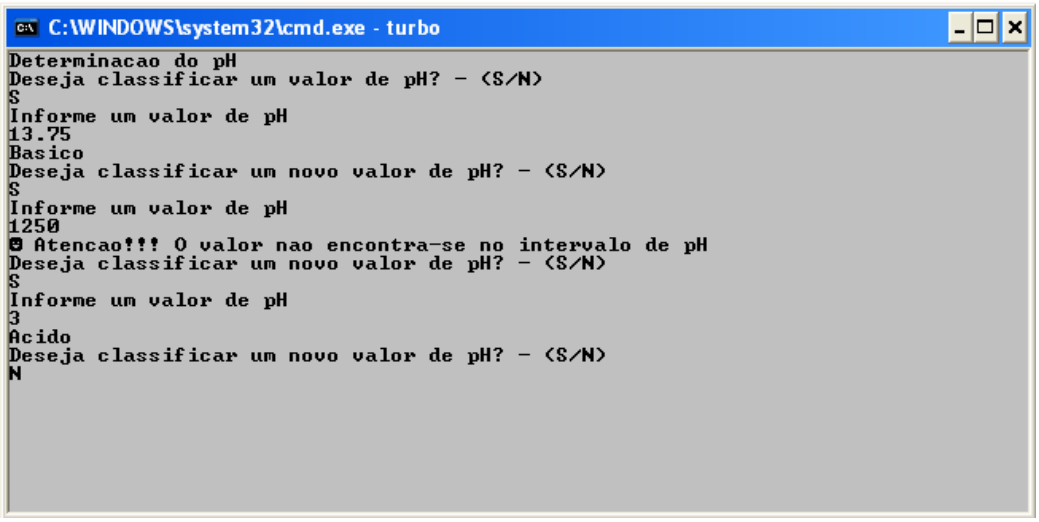


Figura 54 – Tela para a classificação do nível de pH.

7.3.4. Produtos Desenvolvidos no Processo de Resolução do Quarto Problema

A resolução da quarta situação-problema envolvia, entre outras questões, solucionar problemas relacionados à definição de Objetos de Aprendizagem, selecionar um OA para um contexto específico e, por fim, analisar a pertinência do OA escolhido segundo critérios pelos quais eles são comumente analisados. Assim, o produto desenvolvido na resolução do problema seria uma análise de um Objeto de Aprendizagem. Nas palavras do aluno A12 o processo de resolução dos problemas apresentados na quarta situação-problema deu-se da seguinte maneira: "*A primeira atividade, durante o desenvolvimento desse projeto, foi pesquisar o significado de Objeto de Aprendizagem. (...) o próximo passo seria encontrar em mídia digital, alguns objetos que pudessem ser utilizados como material de apoio. (...) É importante ressaltar, que um integrante do grupo também conversou com uma profissional da área, que tem utilizado com êxito tais recursos*" (A12).

As questões mais problemáticas que se apresentaram aos alunos na resolução deste problema se referiam a como realizar a análise e quais os critérios para julgar o Objeto de Aprendizagem. Nas discussões no ambiente Teleduc, as falas expressavam inquietações como: "*mas terei que falar qual é o programa que está sendo utilizado. exemplo o turbo pascal????? foi isso que eu não entendi*." (A15). O aluno A12 respondendo a dúvida da colega, disse: "*A15, você terá que fazer uma avaliação sobre o objeto... Por exemplo, colocar as características dele e ver se realmente é viável pra ser utilizado em sala de aula.*" (A12). Além de questões mais gerais sobre a análise, os alunos tinham muitas dúvidas sobre quais critérios deveriam ser considerados na análise, sobretudo, os critérios de um modelo específico de análise: "*Mas a definição do que é um modelo merlot eu não estou achando... Será que é aquela que eu coloquei na primeira msg???*" (A05).

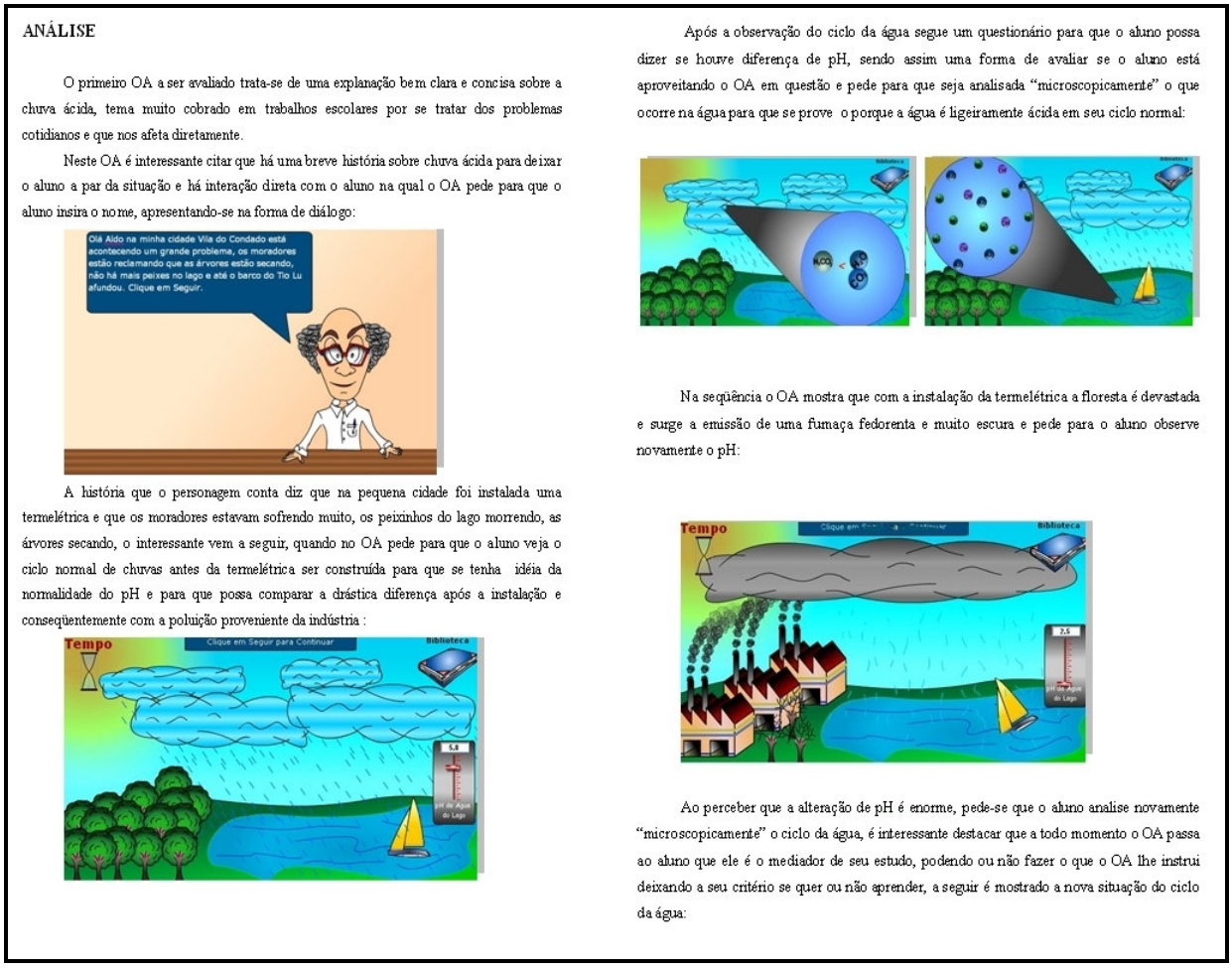
As discussões foram bastante significativas e os alunos desenvolveram análises extremamente interessantes dos OA, porém em função de as análises desenvolvidas pelos alunos serem um pouco extensas, exibirei aqui apenas duas para que o leitor possa ter uma noção de como foram apresentados os trabalhos.

O **Grupo A** analisou dois Objetos de Aprendizagem, o primeiro chama-se "Os Mistérios Químicos da Chuva Ácida"[11] e o segundo "Qualquer molécula é um alimento em

[11] Objeto de Aprendizagem disponível em: http://rived.mec.gov.br/atividades/concurso_2005/chuvaacida/qui1_ativ1.swf.

potencial?"[12]. A aluna A16 justifica sua decisão de analisar dois OA da seguinte forma: "*usei dois OA para fazer uma "comparação" e ficou bem fácil para se trabalhar*".

O texto que o **Grupo A** escreveu é bastante elaborado e, além de descrever as telas dos OA, o grupo também fez algumas inferências. A sequência das telas apresentadas pelo primeiro OA analisado levou o grupo a inferir que o Objeto de Aprendizagem quer alertar sobre o impacto na natureza da alteração do pH com a instalação de uma indústria termelétrica, como destaca o terceiro parágrafo da primeira página (Figura 55). O grupo também destacou na análise que o OA privilegia a autonomia de aprendizagem: "*é interessante destacar que a todo momento o OA passa ao aluno que ele é o mediador de seu estudo, podendo ou não fazer o que o OA lhe instrui deixando a seu critério se quer ou não aprender*". Tal texto presente na análise leva a crer que os alunos (futuros professores) consideram vantajoso para o aluno assumir-se como protagonista do conhecimento.



ANÁLISE

O primeiro OA a ser avaliado trata-se de uma explanação bem clara e concisa sobre a chuva ácida, tema muito cobrado em trabalhos escolares por se tratar dos problemas cotidianos e que nos afeta diretamente.

Neste OA é interessante citar que há uma breve história sobre chuva ácida para deixar o aluno a par da situação e há interação direta com o aluno na qual o OA pede para que o aluno insira o nome, apresentando-se na forma de diálogo:

Olá Aldo na minha cidade Vila do Condado está acontecendo um grande problema, os moradores estão reclamando que as árvores estão secando, não há mais peixes no lago e até o barco do Tio Lu afundou. Clique em Seguir.

A história que o personagem conta diz que na pequena cidade foi instalada uma termelétrica e que os moradores estavam sofrendo muito, os peixinhos do lago morrendo, as árvores secando, o interessante vem a seguir, quando no OA pede para que o aluno veja o ciclo normal de chuvas antes da termelétrica ser construída para que se tenha idéia da normalidade do pH e para que possa comparar a drástica diferença após a instalação e conseqüentemente com a poluição proveniente da indústria :

Após a observação do ciclo da água segue um questionário para que o aluno possa dizer se houve diferença de pH, sendo assim uma forma de avaliar se o aluno está aproveitando o OA em questão e pede para que seja analisada "microscopicamente" o que ocorre na água para que se prove o porque a água é ligeiramente ácida em seu ciclo normal:

Na seqüência o OA mostra que com a instalação da termelétrica a floresta é devastada e surge a emissão de uma fumaça fedorenta e muito escura e pede para o aluno observe novamente o pH:

Ao perceber que a alteração de pH é enorme, pede-se que o aluno analise novamente "microscopicamente" o ciclo da água, é interessante destacar que a todo momento o OA passa ao aluno que ele é o mediador de seu estudo, podendo ou não fazer o que o OA lhe instrui deixando a seu critério se quer ou não aprender, a seguir é mostrado a nova situação do ciclo da água:

Figura 55 – Primeira e segunda página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A.

[12] Objeto de Aprendizagem disponível em: http://rived.mec.gov.br/atividades/quimica/alimentos/atividade6/qui4_ativ6a.htm.

O segundo Objeto de Aprendizagem analisado pelo **Grupo A** foi classificado pelo grupo como “muito atrativo” e com uma “interface afável” (Figura 56). O grupo classifica como “instigante” a ação de responder a um questionário proposto pelo OA para verificar se o aluno está apto a prosseguir no programa. Segundo o grupo, tal procedimento incentiva a criatividade, uma vez que o questionário é sobre as ligações químicas criadas pelo aluno (Figura 57).

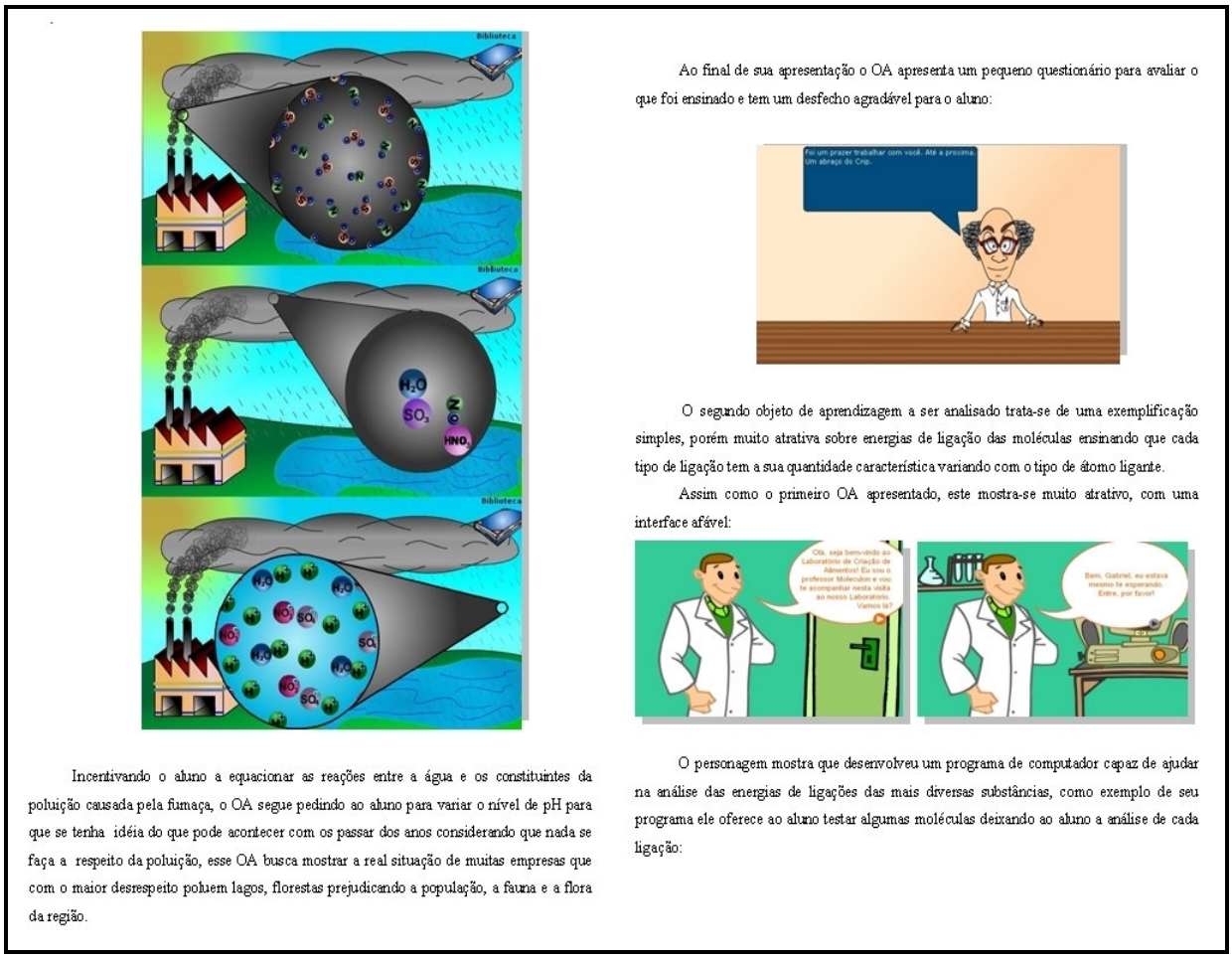

Biblioteca
Biblioteca
Biblioteca
Incentivando o aluno a equacionar as reações entre a água e os constituintes da poluição causada pela fumaça, o OA segue pedindo ao aluno para variar o nível de pH para que se tenha idéia do que pode acontecer com os passar dos anos considerando que nada se faça a respeito da poluição, esse OA busca mostrar a real situação de muitas empresas que com o maior desrespeito poluem lagos, florestas prejudicando a população, a fauna e a flora da região.
Ao final de sua apresentação o OA apresenta um pequeno questionário para avaliar o que foi ensinado e tem um desfecho agradável para o aluno:
Foi um prazer trabalhar com você. Até a próxima.
Um abraço do Cnp.
O segundo objeto de aprendizagem a ser analisado trata-se de uma exemplificação simples, porém muito atrativa sobre energias de ligação das moléculas ensinando que cada tipo de ligação tem a sua quantidade característica variando com o tipo de átomo ligante.
Assim como o primeiro OA apresentado, este mostra-se muito atrativo, com uma interface afável:
Ola, seja bem-vindo ao Laboratorio de Criação de Alimentos! Eu sou o professor Moleculon e vou te acompanhar nesta visita ao nosso Laboratorio. Vamos lá?
Bem, Gabriel, eu estava mesmo te esperando. Entre, por favor!
O personagem mostra que desenvolveu um programa de computador capaz de ajudar na análise das energias de ligações das mais diversas substâncias, como exemplo de seu programa ele oferece ao aluno testar algumas moléculas deixando ao aluno a análise de cada ligação:

Figura 56 – Terceira e quarta página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A.

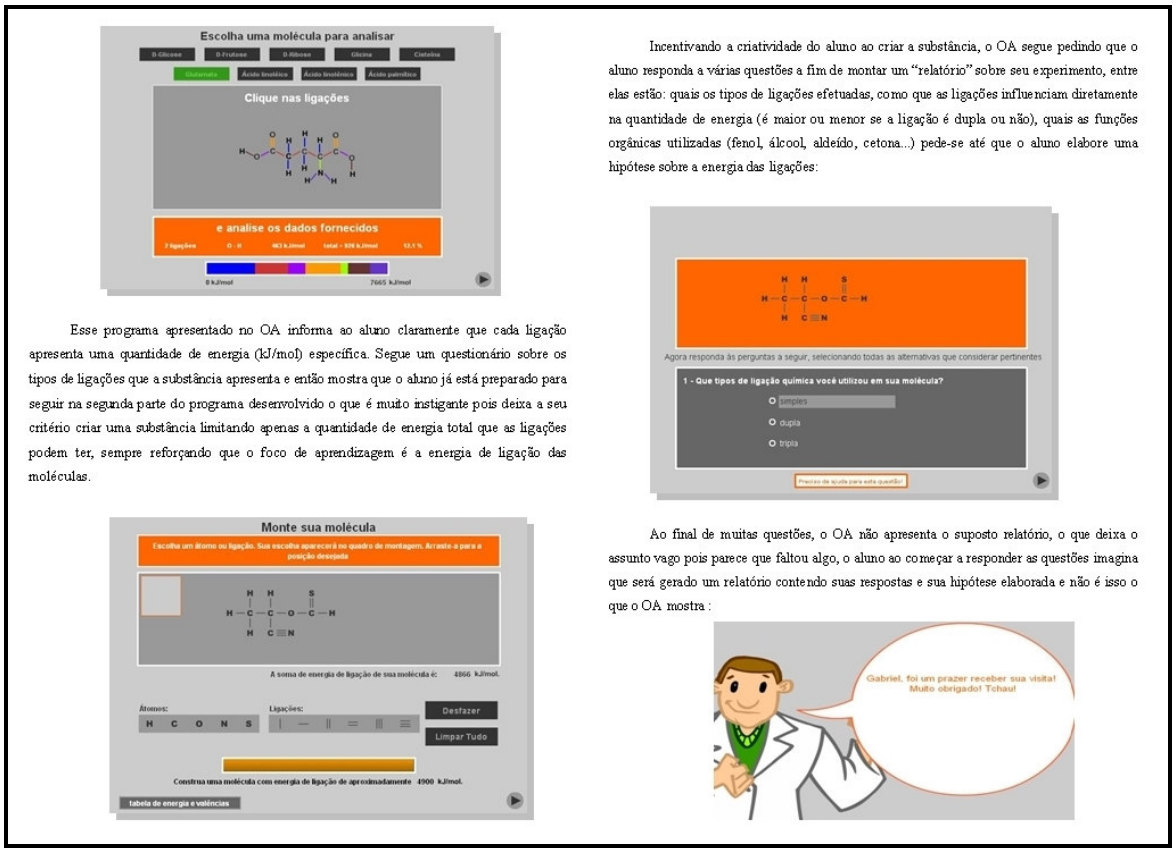
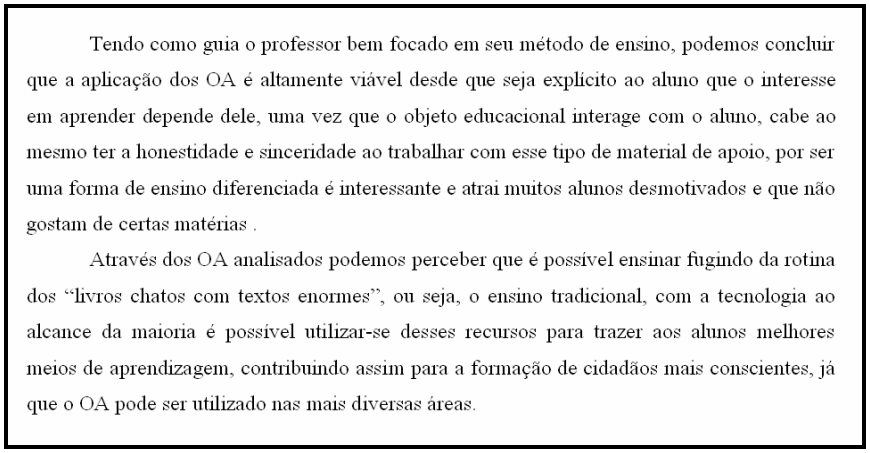

Escolha uma molécula para analisar
Clique nas ligações
e analise os dados fornecidos
Esse programa apresentado no OA informa ao aluno claramente que cada ligação apresenta uma quantidade de energia (kJ/mol) específica. Segue um questionário sobre os tipos de ligações que a substância apresenta e então mostra que o aluno já está preparado para seguir na segunda parte do programa desenvolvido o que é muito instigante pois deixa a seu critério criar uma substância limitando apenas a quantidade de energia total que as ligações podem ter, sempre reforçando que o foco de aprendizagem é a energia de ligação das moléculas.
Monte sua molécula
Desfazer
Limpar Tudo
tabela de energia e valências
Incentivando a criatividade do aluno ao criar a substância, o OA segue pedindo que o aluno responda a várias questões a fim de montar um "relatório" sobre seu experimento, entre elas estão: quais os tipos de ligações efetuadas, como que as ligações influenciam diretamente na quantidade de energia (é maior ou menor se a ligação é dupla ou não), quais as funções orgânicas utilizadas (fenol, álcool, aldeído, cetona...) pede-se até que o aluno elabore uma hipótese sobre a energia das ligações:
Agora responda às perguntas a seguir, selecionando todas as alternativas que considerar pertinentes
1 - Que tipos de ligação química você utilizou em sua molécula?
simples
dupla
tripla
Ao final de muitas questões, o OA não apresenta o suposto relatório, o que deixa o assunto vago pois parece que faltou algo, o aluno ao começar a responder as questões imagina que será gerado um relatório contendo suas respostas e sua hipótese elaborada e não é isso o que o OA mostra :
Gabriel, foi um prazer receber sua visita! Muito obrigado! Tchau!

Figura 57 – Quinta e sexta página da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A.

Um ponto que merece destaque na análise feita pelo **Grupo A** se refere à falta de um registro das respostas dadas pelo aluno, ou seja, para o grupo seria fundamental que o OA apresentasse um relatório final que possibilitasse ao aluno comparar as várias atividades realizadas (Figura 57). Outras características do OA como a exposição de conceitos, a linguagem, o contexto e a pertinência de seu uso também foram analisadas pelo grupo em um texto claro, com ideias bem articuladas e objetivas. A Figura 58 mostra dois parágrafos que concluem a análise do OA feita pelo grupo.



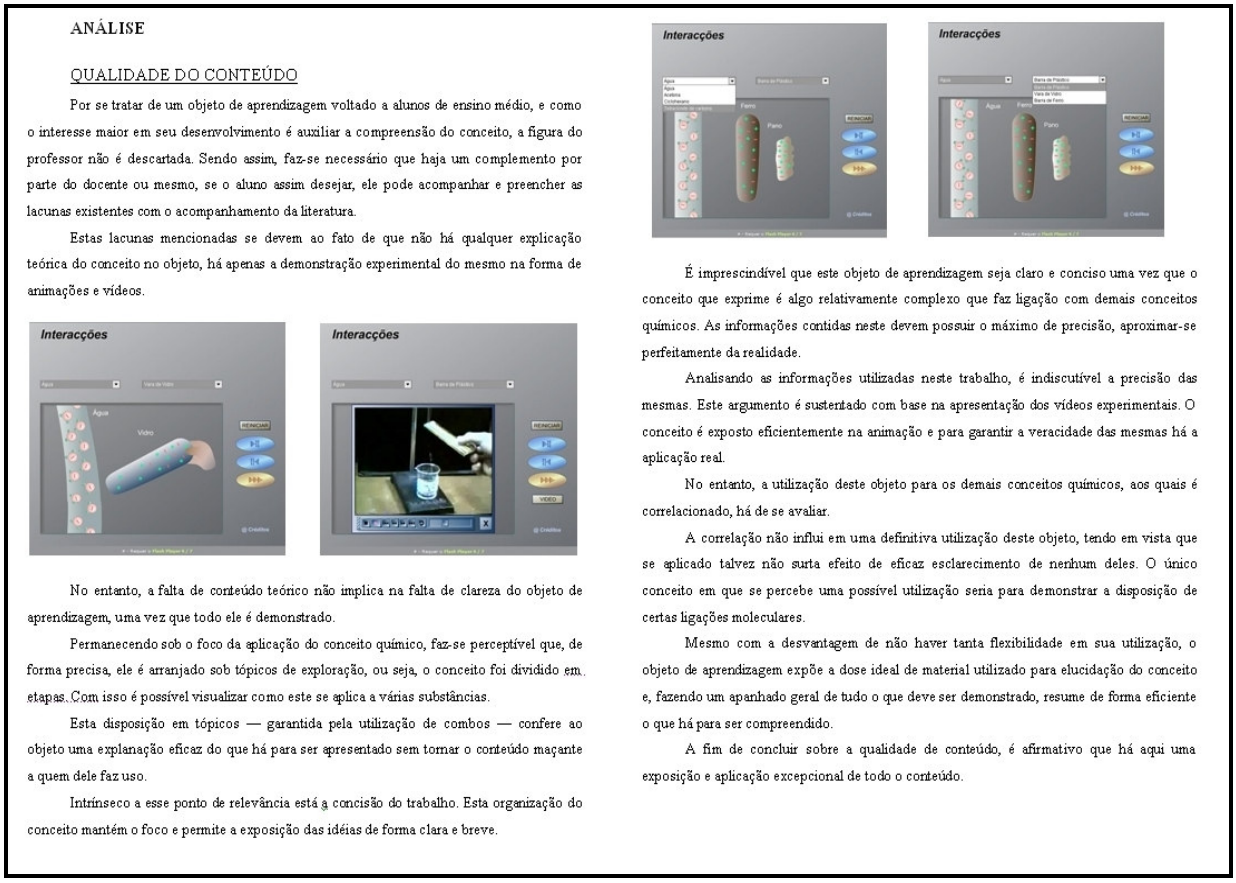
Tendo como guia o professor bem focado em seu método de ensino, podemos concluir que a aplicação dos OA é altamente viável desde que seja explicito ao aluno que o interesse em aprender depende dele, uma vez que o objeto educacional interage com o aluno, cabe ao mesmo ter a honestidade e sinceridade ao trabalhar com esse tipo de material de apoio, por ser uma forma de ensino diferenciada é interessante e atrai muitos alunos desmotivados e que não gostam de certas matérias .

Através dos OA analisados podemos perceber que é possível ensinar fugindo da rotina dos "livros chatos com textos enormes", ou seja, o ensino tradicional, com a tecnologia ao alcance da maioria é possível utilizar-se desses recursos para trazer aos alunos melhores meios de aprendizagem, contribuindo assim para a formação de cidadãos mais conscientes, já que o OA pode ser utilizado nas mais diversas áreas.

Figura 58 – Conclusão da análise do Objeto de Aprendizagem feita pelo Grupo A.

O Objeto de Aprendizagem analisado pelo **Grupo B** envolvia o conceito dos comportamentos intermoleculares da Química e chama-se "Molecularium - Ligações Intermoleculares"[13]. Em sua análise, o **Grupo B** também elaborou um texto bastante cuidadoso e coerente (Figura 59).

O **Grupo B** iniciou a análise falando acerca da qualidade do OA selecionado e destacou que sua utilização é potencializada quando mediada pelo professor. Segundo a análise, como o objetivo do OA é "*auxiliar a compreensão do conceito, a figura do professor não é descartada*". Dessa maneira, o grupo deixa claro que as lacunas conceituais que existem no OA não são um demérito, pois seu objetivo é servir como apoio para uma aula teórica do professor ou para o estudo autônomo do aluno. Essa percepção do grupo está de acordo com a concepção de VALENTE (1993a, p. 9-10), segundo a qual é essencial que haja condições (situações escolares) para empregar o OA na escola e, consequentemente, levar o educando a uma mais competente situação de aprendizado.



ANÁLISE

QUALIDADE DO CONTEÚDO

Por se tratar de um objeto de aprendizagem voltado a alunos de ensino médio, e como o interesse maior em seu desenvolvimento é auxiliar a compreensão do conceito, a figura do professor não é descartada. Sendo assim, faz-se necessário que haja um complemento por parte do docente ou mesmo, se o aluno assim desejar, ele pode acompanhar e preencher as lacunas existentes com o acompanhamento da literatura.

Estas lacunas mencionadas se devem ao fato de que não há qualquer explicação teórica do conceito no objeto, há apenas a demonstração experimental do mesmo na forma de animações e vídeos.

No entanto, a falta de conteúdo teórico não implica na falta de clareza do objeto de aprendizagem, uma vez que todo ele é demonstrado.

Permanecendo sob o foco da aplicação do conceito químico, faz-se perceptível que, de forma precisa, ele é arranjado sob tópicos de exploração, ou seja, o conceito foi dividido em etapas. Com isso é possível visualizar como este se aplica a várias substâncias.

Esta disposição em tópicos — garantida pela utilização de combos — confere ao objeto uma explanação eficaz do que há para ser apresentado sem tornar o conteúdo maçante a quem dele faz uso.

Intrínseco a esse ponto de relevância está a concisão do trabalho. Esta organização do conceito mantém o foco e permite a exposição das idéias de forma clara e breve.

É imprescindível que este objeto de aprendizagem seja claro e conciso uma vez que o conceito que exprime é algo relativamente complexo que faz ligação com demais conceitos químicos. As informações contidas neste devem possuir o máximo de precisão, aproximar-se perfeitamente da realidade.

Analisando as informações utilizadas neste trabalho, é indiscutível a precisão das mesmas. Este argumento é sustentado com base na apresentação dos vídeos experimentais. O conceito é exposto eficientemente na animação e para garantir a veracidade das mesmas há a aplicação real.

No entanto, a utilização deste objeto para os demais conceitos químicos, aos quais é correlacionado, há de se avaliar.

A correlação não influi em uma definitiva utilização deste objeto, tendo em vista que se aplicado talvez não surta efeito de eficaz esclarecimento de nenhum deles. O único conceito em que se percebe uma possível utilização seria para demonstrar a disposição de certas ligações moleculares.

Mesmo com a desvantagem de não haver tanta flexibilidade em sua utilização, o objeto de aprendizagem expõe a dose ideal de material utilizado para elucidação do conceito e, fazendo um apanhado geral de tudo o que deve ser demonstrado, resume de forma eficiente o que há para ser compreendido.

A fim de concluir sobre a qualidade de conteúdo, é afirmativo que há aqui uma exposição e aplicação excepcional de todo o conteúdo.

Figura 59 – Primeira e segunda página da análise do objeto de aprendizagem.

[13] Objeto de Aprendizagem disponível em: http://www.molecularium.net/pt/ligintermol/interaccoes/index.html.

A análise também abordou a usabilidade do OA e observou que os botões que ativam as experiências possuem similaridade com os botões de aparelhos eletrônicos amplamente utilizados pelas pessoas (Figura 60). Ainda sobre o aspecto visual do AO, o grupo apontou o que para eles são desvantagens: a apresentação formal dos conteúdos e as cores bastante sóbrias que faziam do Objeto de Aprendizagem um recurso pouco atraente para os jovens. Porém, o grupo enfatizou que a interação proporcionada pelo AO compensa a falta de atrativos visuais.

No que se refere ao potencial do OA como ferramenta de ensino, o grupo considerou que alguns conceitos químicos devem ser trabalhados antes de o Objeto de Aprendizagem ser utilizado: "*Dentre eles podemos citar: constituição dos átomos, constituição das moléculas (quanto à sua polaridade) e como se dá a transferência de cargas elétricas por intermédio do atrito.*". O grupo justifica a necessidade de introduzir os temas porque "*para que a assimilação aconteça por completo*" o OA deve fazer sua "*fundamentação sobre os conceitos prévios dos alunos*". A justificativa do grupo encontra sustentação no uso de organizadores prévios proposto por Ausubel. Estes são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido, cuja função é estabelecer uma ponte entre o que já é conhecido pelo aprendiz e aquilo que ele necessita conhecer (MOREIRA, 2006, p. 21).

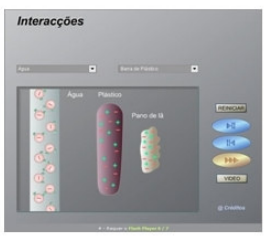
USABILIDADE

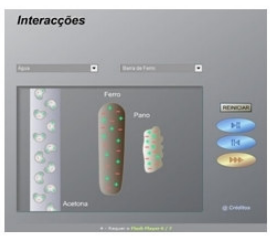
É uma forma de observar a utilização deste objeto de aprendizagem como sendo mais fácil por se tratar de algo que faz uso dos recursos computacionais. Afinal, este objeto é destinado a uma faixa de idade em que o envolvimento com a informática é, por vezes, comum.

Contudo, não há muitas instruções teóricas para utilização das propriedades deste. O entendimento de como o objeto funciona fica por conta da lógica e da dedução.

Os comandos são expressos em forma de sinais sobre os botões, porém foram escolhidos sinais comuns que são facilmente encontrados em aparelhos de som, televisores, enfim, demais aparelhos que funcionem por meio de botões.

Há um ponto de desvantagem neste OA quanto à apresentação visual: por ser destinado a jovens adolescentes, este deveria ser um objeto bem atraente, com cores que prendessem a atenção e fossem harmoniosas, mas não é assim que este trabalho é apresentado. Suas cores são escuras, pesadas, demonstram que não foram selecionadas dentro de um padrão.





O design escolhido como "rosto" do objeto de aprendizagem demonstra que não houve uma exploração profunda das possibilidades de elaboração do trabalho fornecidas pelo software utilizado na criação, uma vez que são simples de mais para a gama de alternativas e caminhos que levariam a um desenvolvimento mais criativo.

Desconsiderando-se a falta de atratividade visual, um ponto de compensação seria a alta interatividade com o usuário favorecida pela possibilidade dele próprio decidir qual tópico deseja visualizar, qual combinação deseja que seja executada na tela.

Neste caso, para concluir sobre a qualidade do projeto: é um projeto de boa qualidade, porém não é melhor por ter faltado certo planejamento para utilização e aproveitamento das ferramentas de que se dispunha.

POTENCIAL COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Neste OA são identificáveis como objetivos de aprendizagem a serem alcançados: a compreensão das interações que ocorrem entre as moléculas de substâncias diferentes devido à atração de suas cargas moleculares.

Para que esse aprendizado aconteça com o máximo de eficiência, alguns conhecimentos são observados como pré-requisitos. Dentre eles podemos citar: constituição dos átomos, constituição das moléculas (quanto à sua polaridade) e como se dá a transferência de cargas elétricas por intermédio do atrito.

Estes conceitos são, por vezes, retomados durante a utilização do objeto de aprendizado, afinal o aluno deve valer-se deles para que a assimilação aconteça por completo, desta forma se faz a fundamentação sobre os conceitos prévios dos alunos.

Como a utilização dos conceitos, tanto novos quanto dos pré-requisitos, se dá de forma intrínseca estabelece-se uma relação de renovação dos conceitos na mente do aluno não deixando que ele se acomode e, não aplicando, esqueça o que aprendeu.

Por fim, este objeto de aprendizagem é muito útil, sua abordagem de aplicação no ensino é muito eficiente. Há muito que se aprender com este OA, no entanto para aguçar ainda mais a eficácia deste trabalho faz-se necessário apenas ajustar seu design e esquema de cores.

Figura 60 – Terceira e quarta página da análise do objeto de aprendizagem.

Convém ressaltar que os argumentos utilizados por todos os grupos em suas análises destacaram aspectos positivos e negativos dos Objetos de Aprendizagem de forma coerente e imparcial, o que demonstra a maturidade dos alunos em produzir um texto que, embora carregado de percepções pessoais, não se torna um manifesto idiossincrático das qualidades ou defeitos de um OA. A habilidade de os alunos analisarem um Objeto de Aprendizagem mediante vários ângulos desenvolveu-se em um processo, não foi algo automático, como comprova o seguinte diálogo postado no fórum do Teleduc sobre o desenvolvimento da análise do OA:

— Outra ideia que tive foi pegar 2 objetos de aprendizagem de pontos extremos, ou seja, um OA muito bom e um OA muito ruim; desta forma podemos compará-los de forma a mostrar a diferença que um OA pode fazer para a aprendizagem de nossos "alunos". (A05).

— Não vejo como você fazer comparação de um OA 'ruim' .. porque creio que nenhum OA existente seja ruim... talvez 'não tão bom', mas não diria 'ruim', senão, certamente não seria um OA e também não estaria disponível. (A10).

— A10 quando eu disse ruim, não me referi ao fato de ele ser realmente RUIM, mas como o próprio professor na sala me explicou, ele não alcance os objetivos tão bem quanto o professor deseja, como por exemplo, um texto do word vai ser menos interessante que um jogo, logo o aluno irá aprender mais rápido, melhor e interesse com o jogo do que simplesmente ler um texto no word. (A05).

A aluna A27 ao refletir sobre a análise desenvolvida por seu grupo também encara como um processo a aprendizagem proporcionada pela resolução do quarto problema: "*Se o grupo não tivesse buscado e insistido na compreensão de todos os conceitos envolvidos na resolução e aos quais demonstrava, inicialmente, persistirem as dúvidas, seria impossível produzir, com tão boa percepção de evolução sofrida, tal produto.*" (A27).

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O critério utilizado para analisar as respostas dos alunos foi observar as relações, ou a inexistência delas, no que se refere ao discurso sobre o impacto da PBL na construção de conhecimentos referentes à computação, bem como a contribuição da metodologia para desenvolver a autonomia do aluno e promover atitudes e habilidades relacionadas ao uso das tecnologias na formação docente. A validação ou não da metodologia PBL pelos alunos, observada sob uma perspectiva da análise de conteúdo, é fator decisivo para evidenciar a legitimidade do PBL como uma metodologia que potencializa o aprendizado de algoritmos e conteúdos computacionais de forma significativa em um curso de licenciatura. Mais uma vez informo que, buscando a preservação da identidade dos participantes desta pesquisa, os alunos serão identificados por um codinome formado pela letra "A" e um número no intervalo de 1 a 41.

Como já mencionado anteriormente, a definição das categorias para análise ocorreu segundo a técnica proposta por BARDIN (2009, p. 145). Além disso, o processo de definir as categorias de análise também levou em consideração a teoria existente sobre o PBL e as regularidades que foram percebidas na leitura dos dados coletados. Desse modo, foram definidas seis categorias de análise para investigar esta intervenção:

1. Aprendizagem de Conhecimentos Conceituais;
2. Conhecimentos Procedimentais (Habilidades);
3. Conhecimentos Atitudinais (Atitudes);
4. PBL e a Futura Atuação Profissional;
5. Autonomia de Aprendizagem;
6. Legitimação do PBL (Avaliação dos Alunos).

Antes de iniciar a exposição dos resultados da intervenção segundo as categorias acima, convém dizer que, ao realizar minha revisão de bibliografia, notei que muitas vezes o PBL é destituído de uma fundamentação teórica que apóie, ao mesmo tempo, a sua concepção filosófica e sua implementação prática. Assim, minha intenção neste capítulo é utilizar os referenciais teóricos comumente relacionados à fundamentação do PBL, sobretudo as teorias de John Dewey, para apoiar os resultados obtidos com esta pesquisa. Enfatizo que é proposital a articulação entre o arcabouço teórico do PBL e os dados obtidos na minha pesquisa empírica. Justifico tal escolha por, no meu processo de formação enquanto pesquisador, ter sido tomado de uma grande necessidade de assegurar-me que a teoria se vincula realmente ao

PBL, não porque eu li em algum lugar, mas porque eu vivenciei tal coisa. Que não haja dúvidas, cada pensamento ou citação que destaco neste capítulo corresponde verdadeiramente ao meu modo de encarar os assuntos relacionados à educação e, especialmente, ao meu modo de explicar os fenômenos narrados nesta seção.

8.1. Aprendizagem de Conhecimentos Conceituais

Busco investigar neste tópico algumas das diversidades de elementos que envolvem o processo de aquisição de conhecimentos conceituais ocorrido nesta intervenção. Para tanto lanço um olhar ao modo como se deu o processo do ponto de vista cognitivo e quais suas implicações na resolução de problemas.

O que me chamou a atenção nas aulas foi o modo como os alunos abordavam os conhecimentos adquiridos. Não viam nesses conhecimentos um fim em si mesmo, reconheciam neles instrumentos para a resolução de problemas. Por exemplo, os alunos não adquiriam conhecimentos de linguagem de programação apenas por seu caráter fortemente técnico, mas mediante uma perspectiva instrumental. O caráter instrumentalista que os alunos buscavam na linguagem de programação fica evidente no texto da aluna A35, que descreve em seu relatório como havia representado um conceito da química através da linguagem de programação Pascal:

*A ideia de conciliar os conceitos de informática com conceito de Química poderia ser colocada em prática para um maior entendimento dos conceitos de ambos. Como por exemplo, quando compilamos o seguinte comando: if (numero_hidrogenios = ((numero_carbonos *2)+2)) then gotoxy(5,15); write ('Esse hidrocarboneto é um : Alcano'); estamos dizendo o seguinte: se, o número de hidrogênios for igual a duas vezes o número de carbanos mais dois, então escreva: Esse Hidrocarboneto é um: Alcano.* (A35)

O mais curioso desse texto é que a aluna que o escreveu foi a mesma que no início das aulas com o PBL havia dito que "*a gente vem para a Universidade para aprender e os professores não querem dar aulas*". É contrastante a fala inicial da aluna para a de alguns meses depois: "*ao elaborar possibilidades de ensino você acaba aprendendo sempre mais, ou seja, você ensina e aprende ao mesmo tempo"* (A35). Está implícita nesta situação a ideia de que o professor não é mais o único responsável por fazer com que os alunos aprendam, a fala da aluna já reflete uma relação dialética entre ensino e aprendizagem.

Outro ponto interessante foi a relevância que os alunos conferiram à **natureza do erro para a construção do conhecimento**: *"após o programa pronto o aluno pode testar seus próprios conhecimentos aprendendo com os erros e se motivando a cada acerto"* (A39). O erro abordado pelo aluno não é apenas o erro sintático da linguagem de programação, mas também o semântico, o que depende do raciocínio lógico. Em programação de computadores é determinante saber quais informações devem ser utilizadas e como elas se deslocam de um ponto ao outro no pensamento para que o aluno não perca de vista a rede de detalhes do domínio que pretende representar através da linguagem de programação (DAVIS; HERSH, 1998: 191). A aprendizagem desse princípio fica evidente na seguinte fala: "*A utilização do pascal ou de qualquer outra linguagem de programação, ajuda-nos a melhorar o raciocínio lógico, através das regras e condições que devem ser seguidas para alcançar os objetivos desejados.*" (A30). Na atividade descrita pelos alunos e em minha observação na sala de aula, foi possível notar que a interação entre o aluno e o computador, proporcionada pela resolução de todos os problemas, ocorreu segundo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição proposto por VALENTE (2002, p. 20-22).

Nessa circunstância, um ponto que merece atenção é o **desequilíbrio cognitivo que o PBL despertou nos alunos** nas atividades que visavam à aquisição de conhecimentos. Inicialmente, tal desequilíbrio era encarado mais como uma dificuldade do que como um estágio do aprendizado: "*Acredito que no começo houve grande dificuldade para conseguir conciliar as ideias em relação a cada problema (principalmente o primeiro), mas aos poucos (com a "prática"), a satisfação foi aumentando e os objetivos (acredito), foram atingidos com sucesso pela maioria*" (A35). Essa expressão comprova que o PBL encontra sustentação na teoria da Equilibração de Jean Piaget, pois o PBL é responsável por complementar e aperfeiçoar o conhecimento dos alunos, já que a aprendizagem ocorre porque há um desequilíbrio, um conflito cognitivo entre o que o aluno conhece e a nova situação. Na teoria de Piaget a coordenação das ações em uma situação de desequilíbrio e, consequentemente, o desenvolvimento da inteligência depende da autoregulação dos esquemas mentais, ou seja, da própria ação do individuo sobre sua estrutura cognitiva (TEIXEIRA, 2006, p. 71).

A segurança na aquisição dos conhecimentos também ficou bastante evidente quando **os alunos explicavam um conceito para os seus pares**. O aluno A12 postou no Fórum do Teleduc uma mensagem na qual explica o conceito de objeto de aprendizagem: "*Pessoal achei um site legal sobre o conceito de OA. Pelo que entendi tem a ver com a metodologia utilizada para ensinar determinado conteúdo... Seria como um material de apoio às aulas... http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938. Vejam lá.*". Ainda sobre a

interação entre os alunos para a construção do conhecimento o aluno A09 reflete: "*fomos envolvidos em uma atmosfera de informação e isso foi responsável por aumentar nosso conhecimento*".

Com relação à forma como o conhecimento foi adquirido o aluno A12 replicou "*consegui fixar melhor do que o método convencional*", embora utilize o termo "fixar" que, implicitamente, pode ser entendido como "memorizar", o aluno diferencia o PBL do modelo tradicional de ensino, ou seja, **a memorização em metodologias ativas pode ser necessária como um estágio anterior à aprendizagem significativa**. Desse modo, a aprendizagem mecânica pode oferecer elementos para a aprendizagem significativa, porque à medida que o aluno adquire mais informações a aprendizagem mecânica gradativamente se torna significativa (SANTOS, 1998, p. 78-79).

Mas talvez a frase que defina melhor o conceito de aprendizagem significativa proporcionada pelo PBL é a expressa pelo aluno A38: "*no decorrer da disciplina estivemos o tempo todo relacionados com o nosso próprio conhecimento*" ou ainda na frase da aluna A09: "*Relembrei vários conteúdos e é claro adquiri muitos novos*". A importância dos conhecimentos prévios para resolução de um problema no PBL vai ao encontro à teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Se o **conhecimento prévio de um indivíduo** se relaciona com um novo conteúdo de aprendizado de forma relevante, não arbitrária, Ausubel diz que há na estrutura cognitiva desse individuo a existência de subsunçores (conhecimentos relevantes) responsáveis por "ancorar" o novo conteúdo e gerar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1997, p.20).

No que tange à aprendizagem de conceitos sobre o princípio básico de funcionamento dos computadores, os alunos destacaram o conceito proposto por Von Neumann[14]: "*Adquiri informações, principalmente sobre a arquitetura de Von Neumann*" (A30). Os conceitos sobre informática básica foram explicados pelos alunos em um material pedagógico fazendo uso de analogias, o que demonstra que **um indivíduo só consegue sintetizar um conceito de forma coerente se o mesmo estiver presente na sua estrutura cognitiva**: "*pude notar uma grande melhora no meu entendimento sobre o funcionamento interno dos computadores*" (A02).

Embora a classificação dos níveis de pH seja bastante simples, um conhecimento que os alunos já possuíam, eles ainda não tinham inferido um conhecimento prático para tal

[14] John Von Neumann desenvolveu entre 1945 e 1950 a lógica de circuitos, conceito de programa, operação com números binários e o conceito de que tanto instruções como dados poderiam ser armazenados na memória interna do computador, tal princípio ainda é utilizado nos computadores atuais (MEIRELLES, 1994, p. 51).

classificação. Em decorrência, concluíram algo novo para eles, perceberam que a maioria dos alimentos do cotidiano deles são alimentos ácidos: "*De acordo com as práticas e estudos realizados, nota-se que a maioria dos alimentos tem o pH ácido (entre 1 e 6)*" (A10), "*A elaboração deste material permitiu concluir que a maioria dos alimentos tem pH ácido (...) e que esses alimentos estão relacionados a alguns tipos sintomas de doenças*" (A2).

Porém, o mais interessante foi perceber que a aquisição de uma inteligência desperta o desenvolvimento de outras: "*Na resolução deste problema pude perceber que foi necessário que adquiríssemos algumas teorias sobre os níveis de pH e Excel, percebendo também a influencia desses alimentos ácidos e básicos em nosso corpo*." (A09). A situação do aluno que busca conhecimentos sobre pH para utilizá-los em uma planilha eletrônica e nesse processo percebe a influência dos conhecimentos em sua própria vida, confirma a teoria de que **a resolução de problemas deve contemplar a construção de conhecimentos articulados com uma ação reflexiva de como se relacionam com outros conhecimentos**, caso contrário, são conhecimentos mortos, peso esmagador para o espírito (DEWEY, 1959b, p. 167).

As falas dos alunos refletem que eles adquiriram conhecimentos conceituais em assuntos relacionados à arquitetura básica de computadores, sobre níveis de pH e outros conceitos da química representados em planilhas eletrônicas, em linguagem de programação (Pascal) e em objetos de aprendizagem, temas trabalhados nos quatro problemas utilizados na disciplina. Os processadores de textos e a Internet foram tecnologias utilizadas durante todo o processo de resolução de problemas como destaca o aluno A24 em um dos seus relatórios: "*Não podemos esquecer as habilidades básicas nesta disciplina, como a formatação e o uso da internet.*". A Internet configurou-se para os alunos como uma potente fonte de informações, tal aspecto será analisado com mais detalhes na seção *8.2.4. Investigação*. Sobre os processadores de textos, os alunos enfatizaram que os conhecimentos neste tipo de programa se referem ao uso dos recursos de diagramação de textos e imagens que a ferramenta disponibiliza: "*Permite a inclusão de imagens, vários tipos de fontes, cores, dispõe de muitos recursos para tornar o material atrativo"* (A04). Além disso, segundo a autoavaliação dos alunos, a nota atribuída para a aquisição de conhecimentos foi aumentando gradativamente com a resolução dos problemas como pode ser observado no Gráfico 1. Poratnto, em termos mais quantitativos, os alunos atribuíram a si mesmos a nota média de 8,97, em uma escala de 1 a 10, para indicar que os conhecimentos foram construídos por eles. Já no que se refere à média final de notas atribuídas pelo professor aos alunos na disciplina, a média geral de notas da turma foi de 7,5. Cumpre destacar que a universidade na qual esta

pesquisa foi implementada considera a média 5,0 como a média mínima para aprovação nas disciplinas.

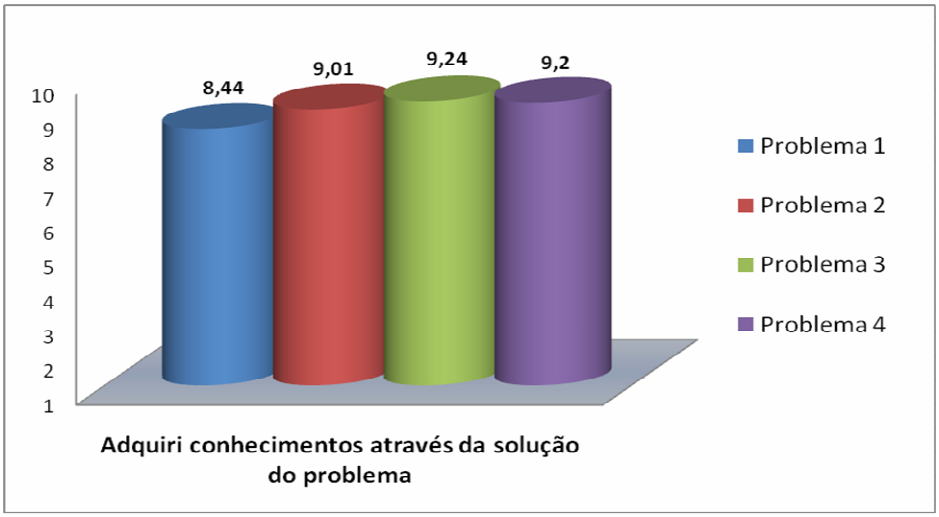


Gráfico 1 – Aquisição de conhecimentos na resolução dos problemas.

Partilho da opinião dos alunos e posso afirmar com certeza que o PBL, do modo com foi utilizado nesta intervenção, foi responsável por fazer com que os conteúdos da disciplina (ANEXO I) fossem aprendidos, porém, não posso afirmar, nem é o caso aqui, que há uma supremacia da metodologia sobre metodologias mais tradicionais no que se refere à aquisição de conhecimentos conceituais. O fator diferencial que percebo no PBL, isto se configura como vantagem, é sua característica fundamental de proporcionar experiências nas quais **a aquisição de conhecimentos conceituais ocorra de forma contextualizada, permitindo que o aluno reflita sobre uma utilização prática para o que está aprendendo**. Mais adiante, na seção *8.4. PBL e a Futura Atuação Profissional*, analisarei o princípio da contextualização propiciada pelo PBL. Aqui o que acentuo é que os objetivos da disciplina em termos de construção de conhecimentos foram alcançados como evidenciam as falas dos seguintes alunos: "*De uma maneira mais aprofundada tive um contato maior com o computador*" (A22) e "*creio, que não só eu, mas todos os alunos aprenderam os comandos do computador*" (A10).

8.2. Conhecimentos Procedimentais (Habilidades)

Entre as categorias de habilidades, que analisei nos dados coletados, destaco nesta seção as mais relevantes em termos de regularidades que apareceram nas falas dos alunos, bem como as identificadas ao revisar a literatura. É importante ressaltar que há algumas habilidades destacadas nesta seção, que são as buscadas nos alunos enquanto minha ação como docente, utilizando uma metodologia ativa. Todavia, são habilidades com potencial para se converterem em atitudes futuras, se praticadas pelos alunos ao longo dos anos, como é o caso da criatividade descrita na seção 8.2.5. Nesse caso, as habilidades e atitudes aliadas aos conhecimentos científicos deverão compor as competências do indivíduo. Dessa maneira, nesta seção serão analisadas as seguintes categorias relacionadas aos conhecimentos procedimentais (habilidades):

- Habilidades Didáticas (habilidades referentes à profissão);
- Solução de Problema;
- Trabalho em Equipe;
- Investigação;
- Criatividade.

8.2.1. Habilidades Didáticas

Uma vez que o curso de Química no qual foi realizada esta intervenção, trata-se de uma licenciatura, é necessário colocar em evidência a forma como as habilidades referentes à procedimentos didáticos foram adquiridas. Dessa maneira, interessa-me observar o modo como os alunos de licenciatura, aprendendo com o PBL, utilizam os vários recursos para promover a aprendizagem de seus futuros alunos. Para tanto, inicio a análise com a seguinte fala:

"*O computador poderia oferecer recursos para a aprendizagem de um conceito químico que é a determinação da solubilidade de um reagente em água. Isso aumentaria a aprendizagem dos alunos, pois antes da criação do produto os alunos deveriam fazer pesquisas e testes para descobrir quais reagentes são solúveis em água e quais não são*." (A14).

É interessante observar que a fala da aluna A14 faz referência a um procedimento didático muito próximo ao que ela mesma desenvolveu na metodologia PBL. Comprova-se assim uma máxima: a de que os alunos das licenciaturas têm como modelo de prática

profissional as práticas desenvolvidas por seus professores durante seu curso de licenciatura. Que fique claro, não se trata aqui de invalidar métodos tradicionais ou exaltar o PBL como a solução definitiva dos problemas educacionais. Mas, uma metodologia ativa, em função da sua flexibilidade assumida em situações inesperadas, leva os alunos a perceber que a prática não deve obedecer a uma receita, a um padrão que funcionaria em qualquer situação, pelo contrário, a formação em uma metodologia ativa deve contribuir para que o aluno aumente suas habilidades de inovação e transforme sua prática. Porém, a inovação como uma habilidade didática deve ser precedida de outra habilidade, a de analisar o motivo pelo qual devemos inovar (PERRENOUD, 2002, p. 62). A habilidade de analisar o motivo da inovação pode ser verificada na seguinte fala: "*a calculadora química é uma ótima ideia para se desenvolver em uma sala de aula, pois exigiu não somente do professor e sim do aluno, que teve a necessidade de buscar e estudar as fórmulas das quais tinha dúvida.*" (A16). Está implícito na fala da aluna A16 que, para ela, **o aluno deve ser um agente ativo do processo de aprendizagem e que o conhecimento não pode ser centralizado apenas no professor. Daí nasce a construção do sentido de mudança para a aluna A16**.

Nesse contexto, MOREIRA & MASINI (2006, p. 95) chamam a atenção para a necessidade de uma metodologia que trabalhe com princípios, não com regras, pois princípios são mais flexíveis do que regras e podem ser adaptados em diferentes situações,

> Um professor que possua um conjunto de princípios psicológicos referentes à aprendizagem em sala de aula, pode racionalmente escolher novos enfoques para testar e improvisar soluções para novos problemas, ao invés de basear-se em intuições vagas ou seguir cegamente certas regras.

Desse modo, a aluna A11 opta pelo princípio de uma aprendizagem contextualizada e significativa em detrimento da "regra" que delega ao professor decidir o que seria significativo para o aluno:

"*Surgiu então a ideia de que os alunos dessa escola fizessem uma "entrevista" antes da aula de química perguntando aos seus familiares, amiguinhos, etc, para poderem descobrir quais eram os alimentos mais consumidos por eles, deste modo, poderiam fazer a experiência com os alimentos do seu próprio cotidiano*." (A11).

Embora os objetivos educacionais sejam distintos, a filosofia que alicerça a ideia da aluna A11 guarda semelhanças com o Método Paulo Freire para Alfabetização de Adultos, dado que o objetivo da aluna é buscar **temas significativos da vida do aluno dentro da comunidade onde vive** e, a partir daí, criar situações para dar um novo significado a esses temas à luz de conhecimentos formalizados.

Ainda sobre o uso de teorias educacionais para apoiar a prática docente, a aluna A8 disse que **utilizaria os conhecimentos prévios dos alunos para planejar suas atividades**:

"Utilizarei o conhecimento adquirido pelos alunos para demonstrar conceitos químicos de uma forma interativa, com a finalidade de despertar o interesse dos alunos; relacionando a tecnologia com o conteúdo que deverá ser trabalhado em sala de aula." (A8).

Mesmo que de forma inconsciente, a aprendizagem buscada pela aluna A8 possui paralelos com a teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel. Nessa direção, MOREIRA & MASINI (2006, p. 94) deixam claro qual é o princípio básico da teoria de Ausubel,

> Fica, pois, evidenciado que, no estudo do processo de aprendizagem, é imprescindível considerar o mundo onde o aluno se situa; ponto de partida para uma aprendizagem significativa.

A habilidade em contextualizar o ensino visando à interdisciplinaridade também é destacada pelo aluno A18: "*é aconselhável uma contextualização do ensino, ou seja, uma ligação direta entre as matérias e que esta resulte em aprendizado*". A visão do aluno A18 é endossada por FREIRE (1996, p. 30) que orienta aos professores a "discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina".

Os alunos deram muita **ênfase à contextualização dos conteúdos e à aprendizagem significativa** como pode ser observado pelas falas, mas a que os alunos destacaram vai além de uma simples contextualização que ocorre dentro dos muros da escola para facilitar o aprendizado. **É uma contextualização para a vida**, ou seja, não é apenas o conhecimento do saber comum contribuindo para o aprendizado de conteúdos formais, é também o conteúdo formal sendo utilizado no cotidiano para incentivar o aluno a descobrir a razão de ser das coisas. Essa habilidade para articular dialeticamente esses dois pólos pode ser observada na fala abaixo:

"*Os alunos interagem com o computador, aprendem com mais facilidade o conteúdo de química, e aplicam as informações dadas em sala de aula no dia-a-dia, nas situações mais corriqueiras, como na alimentação*." (A21).

Situar o conteúdo da aprendizagem em um contexto significa uma habilidade fundamental para o professor reflexivo, porém, para tanto há que se compreender os aspectos que envolvem o ensino do conteúdo, ou seja, sua natureza. Por ocasião de sua participação no Congresso Internacional de PBL realizado em São Paulo em fevereiro de 2010, SHULMAN (2010) utilizou o termo "Conhecimento Pedagógico do Conteúdo" (do inglês, *Pedagogical*

Content Knowledge - PCK) para identificar o conhecimento que vai além do conteúdo por si só, pois aborda sua dimensão para o ensino. SHULMAN (2010) assim argumenta:

> Quando nós somos requisitados para explicar o que sabemos aos outros, certamente aprendemos a entender melhor nossas disciplinas. Muitas das boas ideias vêm de nossas experiências de ensino. É a "sabedoria da prática", como sugere o título de um dos meus livros (*The wisdom of practice: essays on teaching, learning, and learning to teach*). Mas, além disso, há também uma evolução no entendimento quanto aos modos de ensino capazes de transmitir o conteúdo da forma mais compreensível possível para os outros.

Dentro da categoria de **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo,** o aluno A17 elaborou uma forma alternativa para representar conteúdos sofisticados e torná-los acessíveis aos alunos:

"*Não buscamos fazer um material usando a linguagem que encontramos nos livros, utilizamos uma forma mais coloquial e simples possível, acreditando que este será o diferencial para que os alunos de Oliveira de Fátima possam aprender a usar o computador sem a orientação de um profissional especializado dentro da sala de aula*." (A17).

Embora o aluno A17 tenha **desenvolvido o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)** em uma situação que simulou um problema real, sua experiência é extremamente válida para experiências futuras, pois SHULMAN (2010) deixa claro que "uma preparação efetiva do professor, que permita desenvolver o PCK, certamente proporcionará um valioso começo em sua trajetória de ensino".

SHULMAN (2010) também traça uma conexão entre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e o PBL**,** visto que a metodologia engaja e estimula o aluno a estabelecer relações entre as disciplinas e os reais problemas no mundo,

> O ensino baseado no PBL requer uma forma de conhecimento pedagógico do conteúdo porque o ensino baseado em problemas transforma a compreensão da disciplina em formas destinadas a estimular, engajar e aprofundar a aprendizagem e compreensão do aluno.

Confirmando a teoria de Shulman, o PBL, em função da sua característica de articular diferentes disciplinas, permitiu que o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo fosse desenvolvido com uma gama maior de potencialidades, como pode ser observado na seguinte fala:

"*Eu levaria meus alunos à sala de informática e os ajudaria quanto aos dados dos elementos químicos e suas afinidades eletrônicas, assim eles fariam um gráfico no excel e poderiam observar melhor quais são os elementos com maior afinidade eletrônica e os com menor afinidade*." (A38)

Para o aluno A38 há uma dificuldade na aprendizagem dos elementos com maior ou menor afinidade eletrônica, por esse motivo ele propõe uma representação gráfica para facilitar o entendimento. Nesse sentido, SHULMAN (2010) observa,

> Para termos um conhecimento pedagógico do conteúdo, temos que entender o que faz algumas ideias serem de difícil compreensão e que tipos de exemplos, analogias e problemas podem torná-las mais claras para os alunos.

No último problema, a reflexão acerca do conteúdo de ensino era algo realizado conscientemente pelos alunos. A fala do aluno A21 evidencia de forma bastante clara a aquisição do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo pelos alunos:

"*Neste problema 4 podemos concluir que para utilizar um objeto de aprendizagem dentro da sala de aula é necessário que façamos uma análise do seu conteúdo e também que é necessária a elaboração de ideias para sua aplicação*." (A21).

As habilidades didáticas referentes ao uso da informática para estimular os alunos e tornar as aulas interessantes também foram bastante lembradas pelos alunos, como atestam as falas: "*Com tais conhecimentos* [em informática] *o futuro professor poderá realizar aulas diversificadas e assim atrairia seus alunos ainda mais, ajudando também na qualidade da aprendizagem.*" (A37) e "*Pode-se concluir que com o uso desta metodologia, que o ensino será mais dinâmico e divertido, saindo do ambiente de ensino tradicional (na sala de aula).*" (A23).

O uso do computador como ferramenta educacional também foi uma das habilidades desenvolvidas pelos alunos. Porém, para desenvolvê-las, os alunos deveriam acreditar no potencial da ferramenta: "*Acredito que a maioria dos conceitos em Química é possível ser passado ao aluno através de qualquer recurso oferecido pelo computador.*" (A20). As falas situam o computador como um recurso a mais disponível para promover a aprendizagem: "*a linguagem de programação nos dias de hoje pode melhorar muito o rendimento nas escolas, os professores podem fazer interação entre alunos, conteúdo a ser aprendido e a tecnologia, e isso é muito bom.*" (A06). O aluno A33 enfatiza o aspecto atrativo do computador e considera que "*a utilização de uma planilha eletrônica permite ensinar Química aos alunos, de um jeito muito interessante e com o auxilio da tecnologia, tornando as aulas mais atrativas e os alunos mais interessados adquirindo um conhecimento maior, do que apenas ficar resolvendo exercícios teóricos*." (A33).

Assim, acerca da pertinência do PBL para desenvolver habilidades didáticas, eu considero que a metodologia, do modo como foi utilizada, contribuiu para que elas fossem

desenvolvidas. Tal visão também é compartilhada pelos alunos como mostra a fala da aluna A05:

"*Através de pesquisas realizadas para entender como ensinar e também pelo grande envolvimento em relação ao aperfeiçoamento no Excel, concluo ter atendido as exigências do problema e encontrado uma solução satisfatória, a qual visa melhorar o ensino em geral.*" (A05).

No que se refere ao meio através do qual os alunos esperam exercer suas habilidades didáticas, o Gráfico 2 mostra as práticas pedagógicas mais destacadas pelos alunos para esse fim. Eles pretendem recorrer a práticas pedagógicas diversificadas, com uma pequena predominância para aulas expositivas e resolução de problemas. E justificam suas escolhas da seguinte forma: "*Dá pra ter de tudo um pouco, basta relacionar a disciplina com esses "métodos*"" (A38). É interessante notar que os alunos não elegeram apenas uma prática pedagógica, possivelmente, em razão de que no PBL estiverem envolvidos com situações nas quais várias práticas tiveram evidência. Merece destaque também o fato de que a "Aula Expositiva" e a "Resolução de Problemas" representam as práticas pedagógicas mais mencionadas pelos alunos, visto que podemos perceber certa resistência em validar uma prática pedagógica que coloca o aluno em uma posição mais ativa no processo de aprendizagem: "*Mesclar o PBL com aula teórica seria uma boa*" (A13).

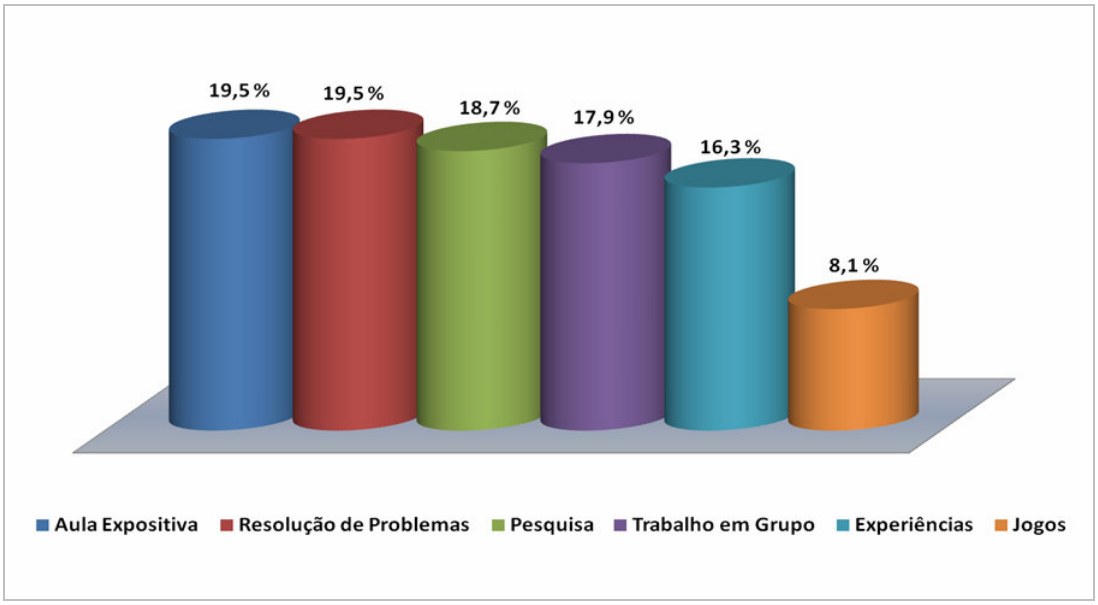


Gráfico 2 – Práticas pedagógicas selecionadas pelos alunos.

8.2.2. Solução de Problema

Antes de analisarmos as habilidades relacionadas à solução de problemas, é necessário definirmos a natureza de tais problemas. Quando falamos sobre o uso de situações-problema na educação, estamos falando também de uma gama de problemas implícitos a essa situação, ou seja, não representa um único problema, mas um mais geral com vários outros mais específicos. Uma situação se configura como um problema para o aluno, quando há um desequilíbrio entre seus conhecimentos e a situação que se apresenta. Paralelo a isso, a manifestação da vontade em solucionar o problema. A frase seguinte ilustra muito bem essa concepção:

"*Realmente é um problema A12, você tem as mesmas duvidas que eu...*
não sei como desenvolver esse tal menu...
alguém me ajudee..." (A35)

Para a aluna A35, bem como para o aluno A12 com quem ela dialoga, **a situação gerou um problema genuíno**, tendo em vista que foi responsável por manifestar nos alunos um estado de perplexidade aliado ao anseio em livrar-se da perplexidade. Sobre a postura de um indivíduo frente a um problema KLAUSMEIER & GOODWIN (1977, p. 347) argumentam,

> Os indivíduos se deparam com um problema quando se encontram numa situação que devem solucionar um problema e não possuem informações, conceitos, princípios ou métodos específicos disponíveis para chegar à solução.

A vontade de resolver um problema, ou melhor, o empenho manifestado no processo investigativo é o que determina o modo como um problema é validado por um indivíduo: "*Buscar a solução, me levou a buscar o conhecimento*" (A27). A fala da aluna A27 demonstra que ela partiu para uma jornada investigativa com dupla recompensa, porque, ao mesmo tempo, em que resolvia o(s) problema(s) construía o conhecimento.

É importante salientar que, no início do processo PBL, a inquietação ou perplexidade intelectual frente aos problemas não era encarada como uma etapa. Essa visão foi mudando à medida que os alunos se familiarizavam com o processo de resolução de problemas. Nesse contexto, o aluno A13 disse que aprendeu a "*Solucionar um problema através de duvidas*". Por conseguinte, as dúvidas ou perplexidades intelectuais foram legitimadas como parte do processo de investigação intelectual. Desse modo, é possível inferir que **o PBL, do modo como foi implementado, desenvolve a habilidade investigativa na resolução de problemas**, já que, de acordo com DEWEY (1950, p. 125-126), uma situação indeterminada

se faz problemática no processo de ser submetida à investigação com o objetivo de transformá-la, mesmo que de forma parcial, em uma situação determinada.

Uma situação indeterminada representa um estímulo fundamental para a reflexão que advém da investigação, mas nem todas as situações indeterminadas provocam a investigação reflexiva. As falas dos alunos atestam que **para que haja um empenho significativo em resolver uma situação problemática há que se encontrar nela algo em comum com suas próprias vidas**: "*A Resolução de problemas estimula a criatividade e a opinião de cada aluno, afinal de contas cada um de nós tem uma opinião e vemos e tratamos os problemas de maneiras diferentes cada um com seu jeito*." (A08). Quando o aluno A08 fala de suas opiniões, ele fala de suas vivências, observa relações entre o que é conhecido e os novos desafios que se apresentam, o que segundo DEWEY (1959b, p. 172) é essencial para a reflexão,

> Grande parte da arte da educação reside em tornar a dificuldade dos novos problemas suficientemente grande para dar trabalho ao espírito, mas suficientemente pequena para que, ao lado da confusão natural originada pelos seus elementos novos, existam pontos claros e familiares, de que possam brotar sugestões utilizáveis.

Além da investigação, a habilidade de resolver problemas também possui um caráter metódico, ou seja, um **planejamento de ações**. Para POZO (1998, p. 22), a solução de um problema exige passos, como compreender o problema, conceber um plano para sua resolução, executar o plano e analisar os resultados obtidos. Sobre os passos para a solução dos problemas, o aluno A25 relatou que desenvolveu "*a habilidade de ao ter um problema avaliá-lo e resolvê-lo em etapas*", e complementou: "*Aprendi a procurar como resolver um problema analisando-o primeiro e criando métodos*." (A25).

Com relação à compreensão do Problema, POZO (1998, p. 22) deixa claro que essa habilidade não se trata apenas de compreender a linguagem ou símbolos em que o problema se apresenta, mas validar a situação desse problema e se empenhar em resolvê-lo. Apresento duas falas opostas que tratam da compreensão do problema:

"*Imaginava-se que o trabalho continha um grau de complexidade elevado e que seria de difícil solução. No entanto, bastou aplicar um pouco mais de empenho na busca pela compreensão do conceito e um pouco mais de discussão em grupo para que essa impressão se dissipasse*." (A20)

"*O problema 4, apesar de inicialmente ter sido encarado como de fácil resolução, foi percebido que sua complexidade estava além do nosso entendimento*." (A15)

A fala do aluno A20 denota uma dificuldade na compreensão da linguagem do problema, porém essa dificuldade diminuiu à medida que os alunos avançavam no processo de resolução. Na fala da aluna A15 ocorre justamente o inverso, a compreensão da linguagem do problema foi imediata, o que pode ter gerado poucas dúvidas e investigações imprecisas, assim a situação se apresentou muito mais complexa do que os alunos previam inicialmente.

Polya (1945) apud POZO (1998, p. 24) orienta que após a compreensão do problema é necessário conceber um plano para solucioná-lo,

> Devemos nos perguntar qual é a distância entre a situação da qual partimos e a meta à qual pretendemos chegar, e quais são os procedimentos mais úteis para diminuir essa distância.

A fala do aluno A37 demonstra como eles planejavam suas ações para atingir o resultado esperado: "*O primeiro passo foi levantar, em grupo, possíveis questões de aprendizagem e registrar o máximo de ideias possíveis para solucionarmos o problema*." (A37).

Após delinear o plano para resolver o problema, o passo seguinte é colocá-lo em execução. A fala da aluna A23 ilustra que o problema foi resolvido após a execução do plano: "*ao final de todas as discussões em grupo, após a pesquisa individual e o auxílio cedido pelo professor conseguiu-se obter uma resolução do problema*." (A23). Normalmente, executar o plano faz com que o problema se transforme em outro, na medida em que variam os elementos conhecidos e desconhecidos (POZO, 1998, p. 27). Daí o uso do termo "resolução de problemas" em vez de "solução de problemas", pois **na execução do plano de ação o problema se transforma e deparamos com um novo problema** e com a necessidade de novos planos para resolvê-lo. Esse fenômeno pode ser verificado nas falas dos alunos A20 e A15 transcritas alguns parágrafos acima.

O processo de resolução de um problema chega ao seu término, quando o objetivo definido foi alcançado e com a análise da solução obtida, a análise pode ocorrer em diferentes momentos ao longo do processo de resolução do problema (POZO, 1998, p. 27). Sobre a última habilidade exigida na resolução de problemas, a fala do aluno A16 é emblemática: "*No decorrer das aulas surgiram novos problemas a serem resolvidos*". A expressão do aluno A16 permite inferir que "novos problemas" surgiram, porque as soluções obtidas pelo aluno foram alvo de análise incidindo no aparecimento de novos problemas. Assim, o problema está resolvido, se após uma análise, não surgirem outros problemas.

Dessa maneira, concluo que os alunos melhoraram suas habilidades procedimentais no que se refere à resolução de problemas, uma vez que o PBL, da forma como foi utilizado,

possibilitou compreender o problema, conceber um plano de ação para resolvê-lo, executar o plano e analisar as estratégias utilizadas. Todo esse processo desenvolveu nos alunos habilidades diferenciadas para abordar e solucionar um problema: "*descobri várias maneiras de resolver um problema*" (A33).

8.2.3. Trabalho em Equipe

É importante ressaltar que embora o trabalho em equipe esteja associado à colaboração e à cooperação, tais atitudes são analisadas na seção *8.3.1. Comportamento Colaborativo*. Assim, busco refletir aqui a **contribuição do PBL em proporcionar um ambiente democrático** favorável para os alunos desenvolverem ou aprimorarem suas habilidades de trabalho em equipe. Todavia, convém definir o tipo de ambiente ou sistema democrático a que esta análise se refere. Para Palle Qvist, professor da Universidade de Aalborg, na Dinamarca, um ambiente democrático de aprendizagem,

> É um sistema onde as decisões, processos e comportamentos relacionados à aprendizagem são estabelecidos através da argumentação (debate) ou negociação (diálogo), na votação ou consenso entre os afetados pela decisão, fazendo com que alcancem simultaneamente os resultados da aprendizagem, o conhecimento técnico e profissional e uma visão ampla (*insight*) (QVIST, 2006, p. 12).

Em minhas observações das interações ocorridas nos grupos, percebi que o PBL é responsável por desenvolver uma comunidade de sala de aula mais democrática, como atesta a seguinte fala: "*Através de discussões, tentamos utilizar grande parte das ideias*" (A27). Com base na observação feita pela aluna A27, é possível inferir que havia no grupo uma tentativa de compreender o problema sob diferentes perspectivas. Ainda sobre a habilidade de trabalhar em equipe de forma democrática, o aluno A33 reflete: "*Todos os membros foram fundamentais para a conclusão e solução do problema*.". Ao dizer que "todos os membros do grupo foram fundamentais", o aluno A33 confirma que a participação no grupo é um potente desestimulador do frequente individualismo de nossa sociedade e seus sistemas educativos contemporâneos que privilegiam o isolamento social (BURCH, 2001, p. 198-199).

Em geral, as falas dos alunos demonstram que eles aprenderam a modificar seu estilo de trabalho ou pontos de vista para se adequarem a um sistema educacional que privilegiava a democracia: "aprendi a *desenvolver melhor o trabalho em grupo*" (A3) e "*Essa planilha foi desenvolvida com uma participação ativa de todos do grupo, discutindo ideias e soluções para resolver o problema proposto*." (A13). Essas falas sugerem que o PBL, do modo como

foi implantado, estimula uma forma mais democrática de pensar e maior tolerância com relação às ideias diferentes.

Além de desenvolver habilidades de trabalho em equipe, para alguns alunos, **a dinâmica no grupo foi um potencializador de habilidades que eles já possuíam**: "*Sempre tive facilidade p/ trabalhar em grupo, e esta metodologia permite aprimorar esta habilidade, pois ouve a opinião de todos*" (A17). Fica claro que, para A17, um ambiente educacional democrático possibilita aos alunos conhecerem e usarem suas habilidades de argumentação (debate) e negociação (diálogo) visando a atingir um objetivo comum. Essa concepção também é partilhada pelo aluno A29: "*Trabalho em grupo é uma ótima maneira de discutir ideias e expor as ideias de todos os alunos*".

Os alunos nos grupos PBL continuamente se comprometiam com a discussão, persuasão e consenso em uma diversidade de participação que fornecia elementos de interação mais democrática e robusta: "*O trabalho em grupo desenvolve entre outras habilidades o relacionamento interpessoal e permite a troca de conhecimento. E esse debate se dá em cima da resolução dos problemas sugeridos.*" (A22). Se a democracia deliberativa, ou seja, a democracia no debate, requer a criação de circunstâncias sociais que promovam a reflexão pública, então os grupos no PBL constituem um ambiente fértil para a criação dela.

De acordo com o aluno A33, a participação nos grupos do PBL permite "*aprender a conviver, respeitar as pessoas, compartilhar conhecimentos, informações, trocar ideias*", para o aluno A30 o "*trabalho em grupo é importante para debater opiniões e enriquecer os trabalhos*". As falas dos alunos A33 e A30 demonstram que, **como na vida, os alunos no PBL são pessoas que confrontam com outras pessoas com ideias e informações diferentes**. Quando o aluno A33 fala que no grupo é possível "*aprender a conviver e a respeitar as pessoas*" ele está falando do esforço para reconciliar suas diferenças com seus pares para se converterem em um grupo harmônico.

Porém, algumas pessoas não foram hábeis em reconciliar as diferenças no grupo, sobretudo, as diferenças de atitudes. A fala da aluna A16 ilustra essa inferência: "*tivemos alguns problemas com a aula de química experimental e acumulou alguns trabalhos, por conta disso gerou uma certa intriga entre os integrantes do grupo*" (A16). Outros grupos foram mais hábeis ao distribuir as responsabilidades entre seus membros e deixar claro as regras para colaboração como esclarece a seguinte fala: "*cada membro do grupo fica responsável por uma parte do trabalho. Mas todos tem que participar, ou seja, dar sua contribuição no trabalho*" (A24).

As evidências empíricas desta pesquisa não são abrangentes o suficiente para determinar se o PBL implantado nesta intervenção é responsável por desenvolver nos alunos habilidades referentes ao trabalho em equipe e se elas perdurarão com o tempo, para isso seria necessário o acompanhamento desses alunos antes e depois da intervenção. Porém, é possível concluir, mediante minhas observações e falas dos alunos, que o PBL possui um ambiente propício para que habilidades de trabalho em equipe sejam exercitadas e estimuladas.

8.2.4. Investigação

Esta seção busca verificar a contribuição do PBL no que se refere à aquisição, por parte dos alunos, de habilidades referentes aos recursos de investigação e às fontes de informação fornecidas por tais recursos. Antes porém, convém esclarecer sobre o modo como os recursos de investigação e as fontes de informação serão encarados nesta análise. Um recurso de investigação se refere ao meio pelo qual um indivíduo obtém a informação, seja este meio um livro, a internet, a televisão ou outra pessoa. Já a fonte de informação diz respeito às várias formas que uma informação pode assumir em um meio. Assim, um meio pode oferecer inúmeras fontes de informação, para o mesmo conteúdo ou para conteúdos diferentes.

Para uma compreensão mais precisa do motivo pelo qual a análise seguirá por esse caminho, transcrevo um diálogo postado no fórum do Teleduc por duas alunas:

— OI, eu consegui tirar algumas ideias para o nosso produto com aquele livro que o professor nos emprestou, passa em casa hoje para terminarmos o que falta. bjos !!! (A42)

— Oieee!! Ótimo A42, eu estava dando uma olhada nele também e acho q tem algumas coisas interessantes mesmo que eu queria discutir com você...Depois eu passo ai... Bjosss (A02).

O diálogo acima mostra a **articulação entre o recurso de investigação e a fonte de informação**, o que vale dizer que o recurso livro forneceu a fonte de informação para cada uma das alunas, como cada pessoa (re)constrói a informação de forma bastante idiossincrática, quando as alunas se encontrarem, além do livro, elas próprias também serão meios pelo qual a informação tomará forma. O aspecto de o aluno encarar seu par como um meio para obter a informação é mais elaborado na seção *8.3.1. Comportamento Colaborativo.* Desse modo, a análise aqui focará outros meios de investigação.

Notei que **grande parte dos alunos tende a utilizar um único meio de investigação, porém, a própria natureza incerta dos problemas no PBL leva os alunos a aprofundarem as possibilidades oferecidas por esse meio**. Essa percepção fica evidente no diálogo que se segue sobre o processo de investigação de Objetos de Aprendizagem:

— podem ser utilizados os sites que aparecem na folha do problema 4 ou deve usar outros? (A21).

— Bom os sites q tem na lista devem ser usados sim como um parametro pra vc começar a entender oq exatamente eh um OA. Mas na internet vc acha vaaaarios outros tipos de OA (A10).

A entonação dada à palavra "vários" mostra que a aluna A10 desenvolveu a habilidade de investigar uma informação sob vários aspectos, ou seja, mesmo que seja dado um caminho para investigação, ela o encara como mais uma possibilidade dentre as várias que ela mesma elaborará na sua investigação.

Sobre o direcionamento da investigação, os alunos distinguem o **modo como o ensino convencional e o PBL abordam a regulação e a auto-regulaçã**o: "*A metodologia PBL requer mais busca pela teoria pois a utilizada em outras disciplinas já traz conceitos "mastigados"*" (A09). Nessa mesma ótica, o aluno A06 disse que o PBL permitiu a "*possibilidade de pesquisar, e mais, de comparar pesquisas e resultados, não apenas "engolindo" a matéria dada*." (A06).

Os termos "mastigar" e "engolir" demonstram de forma bastante emocional que, na concepção dos alunos, as metodologias convencionais desenvolvem pouco as habilidades de investigação uma vez que são centradas no professor que "mastiga" o conteúdo para que o aluno possa "engoli-lo", ou seja, o professor regula a "investigação" do aluno. Em contrapartida, os alunos consideram que o PBL potencializa as habilidades investigativas, já que possibilita ao aluno "*Aprender ao realizar pesquisas, ao invés de simplesmente copiar textos*" (A11), ou seja, a investigação é autoregulada pelo aluno. Nessa perspectiva, BRUNER (1969, p. 20) considera que a habilidade de investigação deve ser trabalhada em sistemas educacionais que permitam à aptidão progressiva ir além da informação encontrada em uma única ocasião.

Uma vez que **o potencial da investigação é explorado em situações que permitem diferentes abordagens**: "*O PBL incentiva o aluno a buscar diferentes soluções, pesquisando em diferentes meios a fim de resolver o problema apresentado*." (A30), é fator essencial que essa situação se apresente de forma indeterminada. Vejamos na fala do aluno A11 como o

Brainstorm[15] do PBL motivou a investigação objetivando à clarificação de uma situação incerta:

"*Inicialmente - momento de Brainstorm - percebeu-se que o produto teria certo grau de dificuldade em sua resolução, afinal tratava-se de algo novo, nunca visto pelos alunos do grupo. Foi, então, que o grupo definiu que era preciso buscar na literatura e nos diversos meios de informação maior conhecimento (...).*" (A11).

A fala do aluno A11 denota que **a incerteza ou dúvida desempenha um importante papel na investigação**, ideia compartilhada por DEWEY (1950, p. 123), para quem a investigação emerge da incerteza para a integração e o controle,

> A investigação é a transformação controlada ou direcionada de uma situação indeterminada para outra que é tão determinada em suas distinções e relações constituintes que converte os elementos da situação original em um todo unificado.

Outro aspecto muito interessante que convém analisar é que a investigação realizada pelos alunos não foi "às cegas", suas **capacidades de investigação foram transformadas em métodos**: "*Criei a habilidade de interpretar, formular hipóteses, pesquisar algum conceito que ainda não tenho (ir em busca de novas informações).*" (A08). O aluno A26 também define a dinâmica de seu método investigativo: "*A metodologia PBL nos proporcionou a capacidade de formular hipóteses, levantar questões sobre um determinado tema e depois através de pesquisas "checar" se elas estão corretas.*" (A26).

DEWEY (1950, p. 16) em sua teoria do conhecimento diz que a lógica origina-se na investigação e completa dizendo que a lógica é a inteligência transformada em método,

> (...) todas as formas lógicas (com suas propriedades características) surgem dentro da operação de investigação e tem a ver com o controle da investigação, de modo que este possa prover afirmações garantidas.

Observando o processo de investigação por uma visão menos cognitiva, mais voltada para a questão do método investigativo, pude inferir que, embora a autoavaliação dos alunos demonstre que eles aumentavam a gama de recursos investigativos à medida que resolviam os problemas (Gráfico 3), as falas sugerem que não eram tantos recursos assim. Ao relatarem sobre os meios de pesquisa, havia na "voz" dos alunos uma predominância bastante significativa da internet como recurso escolhido para investigação. Também, em observações durante as aulas, notei que os alunos demonstraram uma **valorização extrema da internet**

[15] O termo *Brainstorm* se refere à "Chuva de Ideias" que acontece no PBL mediante a discussão em grupo acerca de uma situação problemática.

em detrimento de qualquer outro recurso de investigação. Segue um exemplo das manifestações dos alunos sobre os recursos de investigações:

"*Utilizei só internet e meus conhecimentos*" (A37) e "*Foi mais internet*" (A34).

"*Utilizamos livros, internet, apostilas*." (A28).

"*pesquisei na internet, livros e profissionais da área*" (A23).

Gráfico 3 – Uso de vários recursos na investigação.

Ainda que, na abertura dos problemas, eu tenha sugerido a consulta a profissionais da área buscando desenvolver nos alunos uma racionalidade mais prática, a maioria deles optou por realizar suas pesquisas na internet e nos livros. O Gráfico 4 representa os recursos de investigação mais citados pelos alunos.

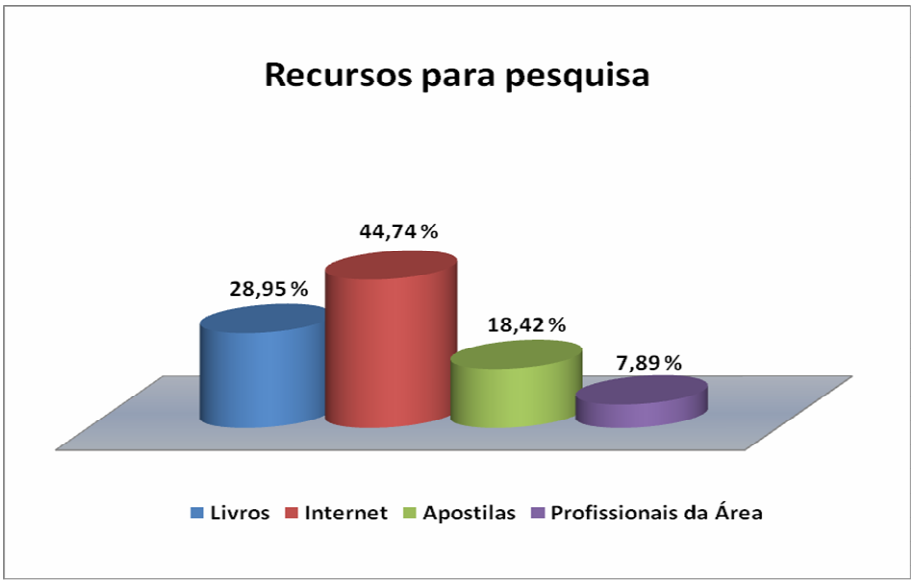


Gráfico 4 – Recursos para pesquisa mais destacados pelos alunos.

Não é intenção aqui definir se este ou aquele meio de investigação é mais confiável ou mais legítimo como fonte de informação. A intenção é demonstrar a dificuldade de se apelar para um meio de pesquisa, quando outro já está tão arraigado aos costumes acadêmicos dos estudantes. Embora o ideal fosse uma distribuição mais harmônica entre as pesquisas na internet e pesquisas com profissionais da área, ainda assim, mesmo que de forma tímida, a consulta aos profissionais da área teve sua representatividade entre os alunos.

Assim, no que se refere à habilidade em selecionar recursos de investigação, o processo PBL, do modo como foi utilizado, possibilitou que tal habilidade se apresentasse de forma "discreta", mesmo que além da internet, livros e apostilas também tenham sido utilizados na busca por informações. Porém, no que tange à habilidade de selecionar as fontes de informação, o PBL possibilitou, em função do caráter incerto dos problemas apresentados, uma busca progressiva pela validação da informação mediante o julgamento de várias fontes.

8.2.5. Criatividade

Informo ao leitor que, nesta seção, pretendo analisar a criatividade sob a perspectiva de uma habilidade desenvolvida durante as aulas no PBL. Assim, deixo claro que a criatividade é classificada como habilidade neste estudo por razões já explicitadas na seção *8.2 Conhecimentos Procedimentos (habilidades)*. A classificação de criatividade como uma habilidade não deve ser parâmetro para uniformidade, uma vez que há situações em que a criatividade é estudada sob o ponto de vista de uma atitude.

Uma análise que se propõe verificar as habilidades relacionadas ao processo criativo em uma metodologia de ensino e aprendizagem deve antes especificar quais os atributos da criatividade que serão alvo de investigação. Nessa direção, KLAUSMEIER & GOODWIN (1977, p. 358) e TAN et. al. (2009, p. 8) consideram que existem quatro expressões-chave das capacidades criativas, são elas: fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração. A primeira dessas capacidades pode ser constatada no diálogo que se segue:

— No produto...temos que somente colocar o site em que encontramos o objeto....ou inserir imagens do objeto de aprendizagem? Obrigada pela atenção!!!! (A26).

— eu e a A29 colocamos o maximo possível de informação inclusive imagens contidas no site, o professor falou que quanto mais criatividade melhor então manda ver!!!! (A30).

O diálogo demonstra que os alunos vinculam a criatividade a uma grande quantidade de informações para exemplificar um conteúdo. Nesse sentido, o aluno A30 expressa sua **capacidade de fluência**, ou seja, a capacidade criativa de oferecer vários exemplos que representem classes mais amplas. Tal capacidade foi exercitada quando os alunos inseriram várias figuras de diferentes objetos de aprendizagem, não se limitando a apenas uma ou duas figuras. A capacidade de fluência como elemento da criatividade é destacada na fala da aluna A29: "*Existem muitos OAs, e pode sim trabalhar com mais de um comparando-os na análise não necessariamente na conclusão... (...) vai da ideia e criatividade de cada um...*" (A29).

No que se refere à **capacidade de flexibilidade**, os alunos elaboraram diferentes formas para utilizar um objeto ou coisa. Um dos grupos, com o objetivo de familiarizar os outros grupos com o computador, deu um novo uso para um componente do computador e criou um chaveiro a partir de um circuito eletrônico de memória (Figura 61) e o distribui na sala de aula. Ao criar o chaveiro, o grupo foi mais flexível do que outros grupos que viam na memória apenas uma utilidade computacional. Confirmando a flexibilidade demonstrada pelo grupo, KLAUSMEIER & GOODWIN (1977, p. 358), argumentam que a *flexibilidade espontânea* se manifesta caso o indivíduo "produza, sem orientações, respostas que indiquem

uma prontidão para modificar e transformar coisas e ideias já estabelecidas e comumente aceitas".

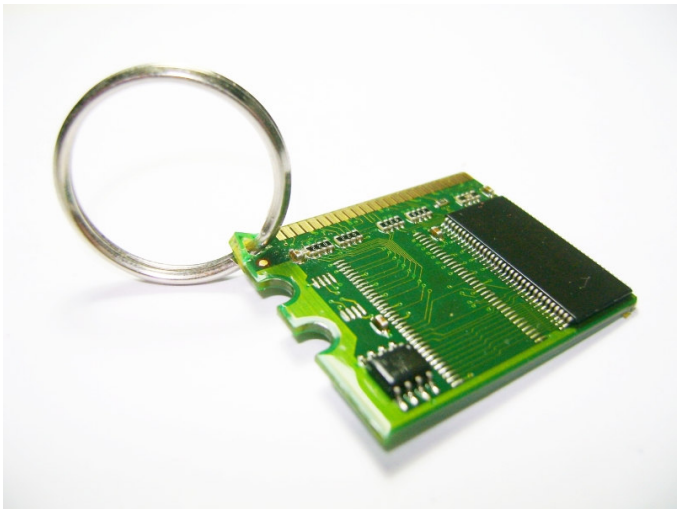


Figura 61 – Chaveiro produzido a partir de um *chip* de memória de computador.

Um ano após o PBL ser aplicado na disciplina de computação, a aluna A42, integrante do grupo que criou o "chaveiro de memória", me enviou esta mensagem: "*ERA LEGAL TER QUE IMAGINAR E CRIAR VARIAS COISAS!!!"* (A42). A fala da aluna evidencia o impacto do PBL em proporcionar situações nas quais a criatividade era exercida.

A originalidade como capacidade criativa envolve a produção de respostas consideradas inteligentes ou difíceis de ocorrer (KLAUSMEIER; GOODWIN, 1977, p. 360), são as "sacadas" ou "tiradas" que algumas vezes podem ser sarcásticas, outras vezes engraçadas, mas nunca óbvias. Não é por acaso que um dos grupos produziu um conto, por ocasião da resolução do primeiro problema, e colocou um personagem na capa com os seguintes dizeres em sua camisa: "*Antonio é o CARA*" (Figura 62). O termo "*O CARA*" se refere, em gíria popular, a uma pessoa excepcional, dotada de alguma capacidade que o destaca dos demais. Dito por terceiros o termo tem a conotação de elogio, porém se auto-intitular como "*O CARA*", como na camisa de Antônio, denota a falta de modéstia do personagem, característica constatada ao ler o conto. Assim, um leitor mais atento perceberá a originalidade da capa ao apresentar o tom da história que virá. No conto que o grupo elaborou, o personagem de Antônio ensina a seu amigo João os conceitos básicos do computador com tanta segurança que entendemos porque ele se autointitula "*O CARA*" no que se refere à computação. Se o grupo tivesse escrito na camisa de Antônio "Antonio é *expert* em computação" seria um clichê, um lugar comum. Ao contrário, o texto "*Antonio é o CARA*" mostra-se original e inteligente após a leitura do conto.

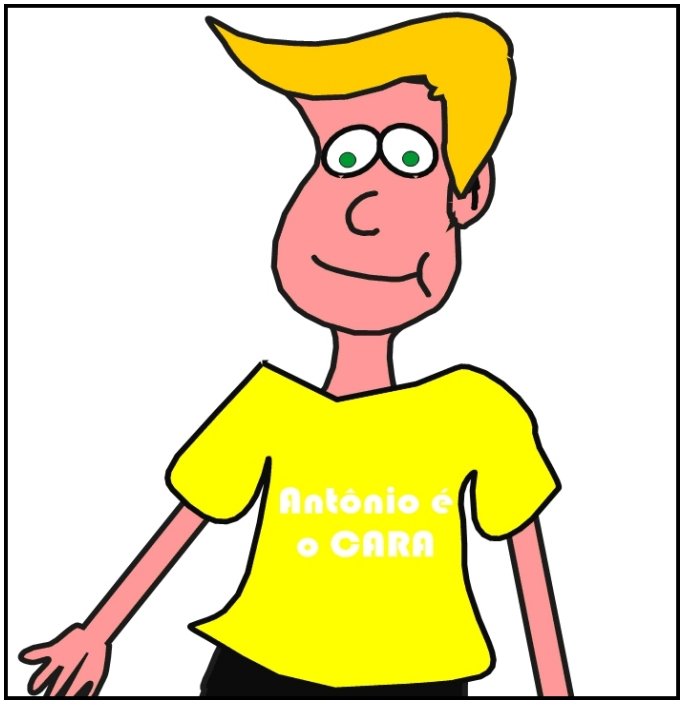


Figura 62 – Antônio, personagem de um conto criado por um dos grupos.

A capacidade criativa de elaboração abarca a complexidade de respostas que um indivíduo é capaz de fornecer a uma situação, com maiores detalhes e num nível superior de análise, chegando também a inferir certas implicações (KLAUSMEIER; GOODWIN, 1977, p. 360). A elaboração ficou evidenciada, quando um dos grupos se empenhou em buscar desenhos para representar sentimentos e ações dos personagens que pretendiam criar em um gibi. Para tanto, houve a necessidade de analisar a figura e inferir ações e sentimentos que o desenho poderia simbolizar. O grupo utilizou um aplicativo chamado *BuddyPoke*[16] para criar os personagens (Figura 63), porém como os personagens criados pelo aplicativo já tem ações e expressões predefinidas como tocar guitarra, mandar flores, expressar surpresa ou felicidade, o grupo analisou as ações e expressões para inferir em quais situações do gibi as ações e expressões seriam adequadas. O problema em definir qual a expressão ou ação de um personagem seria a mais adequada em uma situação implica o uso de capacidades criativas como evidencia a seguinte fala: "*O aluno* [no PBL] *tem liberdade p/ usar a criatividade ao resolver problemas.*" (A16).

[16] Aplicativo utilizado em sites de relacionamento para criar personagens em formato 3D com características físicas, expressões ações predefinidas. Site do aplicativo: http://www.buddypoke.com.

Figura 63 – Personagens de uma história em quadrinhos desenvolvida por um dos grupos.

Em conformidade com a teoria (TAN et. al., 2009, p. 11), considero que a criatividade é mais facilmente desenvolvida em ambientes nos quais o conteúdo e o processo de aprendizagem sejam mais suscetíveis ao "tratamento criativo", como foi o caso do primeiro problema (APÊNDICE V) e do quarto (APÊNDICE VIII). A frase do aluno A24 sobre o quarto problema ilustra essa percepção: "*O estudo desse problema trouxe para mim resultados e ensinamentos muitos especiais, como: o ser humano é capaz de inovar sempre, basta ter criatividade e força de vontade.*" (A24).

A capacidade criativa como elemento para enfrentar problemas da profissão de docente é lembrada na fala da aluna A14: "*o que mais se vê hoje em dia são professores despreparados e inseguros. Precisamos de mais criatividade.*". O que chama a atenção nessa fala é que, para a aluna, a formação do professor deve contemplar atividades que levem os alunos a exercitar a criatividade. Dessa maneira, o PBL, do modo como foi implantado nesta intervenção, se não atende completamente aos anseios da aluna A14, ao menos aponta para a possibilidade de exercitar a criatividade visando a torná-la uma atitude para a vida, como demonstram as seguintes falas: "[o PBL] *permite que o aluno absorva melhor o conteúdo e desenvolva ideias de como resolver problemas.*" (A17) e "*O que nos motivou em cada passo foi o aprendizado, tanto nosso, como para os alunos que utilizariam a calculadora, e também a vontade de criação.*" (A27).

8.3. Conhecimentos Atitudinais (Atitudes)

As atitudes destacadas nesta seção se referem às atitudes mais relevantes em termos de regularidades que apareceram nas falas dos alunos, bem como as identificadas ao revisar a literatura. Dessa maneira, nesta seção serão analisadas as seguintes categorias relacionadas aos conhecimentos atitudinais (atitudes):

- Comportamento colaborativo (no que se refere à aprendizagem);
- Interesse pelo Conteúdo;
- Práticas Reflexivas;
- Preocupação com o Contexto;
- Postura profissional.

8.3.1. Comportamento Colaborativo

Para analisar a contribuição do PBL para o exercício do comportamento colaborativo no que se refere à aprendizagem, convém, em primeira instância, observar a dinâmica da colaboração que envolveu os alunos. Para tanto, é necessário distinguir entre a transmissão simples e a comunicação. Na transmissão simples o nível de refinamento da informação depende apenas de quem a recebe, ou seja, a informação tem uma direção única. Embora a matéria prima da comunicação seja a transmissão, na comunicação a informação sugere comunhão, compartilhamento, porque é reconstruída por quem a recebe e por quem a envia. Essa ideia representa a síntese das interações no PBL. Porém, é importante ressaltar que tanto a transmissão quanto a comunicação possuem seus valores educativos. Para ilustrar esse pensamento, reproduzo abaixo um diálogo ocorrido no Fórum do Teleduc por ocasião da resolução do problema 3, que envolvia a linguagem de programação Pascal.

— como que faz para por raiz mesmo, não estou conseguindo fazer, isso no pascal, alguém sabe? Valeu. (A18).

— eu coloquei assim: distancia:=sqrt((x2-x1)(x2-x1)+(y2-y1)*(y2-y1)); mas não deu certo.* (A21).

— eu acho que não deu certo pq vc tem que colocar que a distancia tem que ser uma variável real. (A18).

O aluno A18 utilizou-se do conhecimento do aluno A21, complementou o conhecimento do companheiro e devolveu ao outro. Se o aluno A18 não tivesse devolvido o

conhecimento ao aluno A21, a comunicação não teria atingido a totalidade de seu valor educativo. Esse diálogo exemplifica a teoria de DEWEY (1959b, p. 5-6) de que toda comunicação é educativa dado que,

> Receber a comunicação é adquirir experiência mais ampla e mais variada. Participa-se assim do que outrem pensou ou sentiu e, como resultado, se modificará um pouco ou muito a própria atitude. E deste efeito não fica também impune aquele que comunica.

Ainda nessa perspectiva da dinâmica da comunicação, a análise dos resultados mostrou que a colaboração proporcionada pelo PBL foi responsável por **modificar uma concepção bastante enraizada entre os alunos, a de que a comunicação, visando a um conhecimento confiável, deveria se dar apenas entre professor e aluno**: "*os conhecimentos adquiridos não são somente aluno-professor, mas sim aluno-professor, aluno-aluno*" (A4). Ao acompanhar e participar das discussões na sala de aula e também no Fórum do TelEduc notei que os alunos, gradativamente, percebiam que o potencial de colaboração do PBL ia além da comunicação entre os elementos do próprio grupo, como pode ser percebido pela seguinte fala:

"O grupo cresceu enormemente em conhecimento e utilizou efetivamente o processo PBL, uma vez que buscou auxílio não somente na figura do professor, mas também com os outros grupos trocando ideias e colaborando com perspectivas e aplicações diferentes dos conceitos." (A26)

Um dos objetivos de se buscar a colaboração na disciplina foi desenvolver no aluno uma atitude mental social, nesse sentido o aluno A19 observa: *"O PBL incentiva uma resolução em grupo. Já as demais disciplinas proporcionam um desenvolvimento individual*."(A19). Desse modo, destaco que o PBL é uma metodologia que privilegia a colaboração de conhecimentos e por isso vai na contra-mão de abordagens que criam "homens meramente "eruditos", isto é, especialistas egoístas" nas palavras de DEWEY (1959b, p. 9).

Todavia, para analisar a contribuição da comunicação para a qualidade da experiência, foi necessário verificar o modo como os alunos compartilharam os conhecimentos, visto que a experiência de comunicação só se completa quando os agentes envolvidos compartilham, mesmo que de forma parcial, o código responsável por fazer o receptor interpretar a mensagem do emissor (SHUKMAN, 1986, p. 167 apud SANTAELLA, 1996, p. 28). Dessa maneira, uma vez que a linguagem escrita é um dos códigos que fazem parte do processo comunicativo é este um dos aspectos analisados por mim. Como, por exemplo, na seguinte

frase: "*AHHH... E AGRADEÇO A TODOS QUE ESTÃO POSTANDO MSG NO FORUM... ESTÃO ME AJUDANDO MUITOOOOOO...*" (A05). Além da sintaxe das palavras ser bastante própria da internet, o caráter semiótico também é observado na grafia das palavras (FALCÃO, 2008), na parte do texto em que a aluna A05 utilizou caracteres maiúsculos o fez a fim de direcionar a atenção dos leitores para sua euforia com relação aos resultados obtidos e com isso legitima o Fórum como ambiente de discussão.

Embora os códigos linguísticos sejam diferentes, não houve contradição na transição de um meio informal (internet) para outro formal (escola), ou seja, o aluno teve o mesmo padrão de julgar e sentir nos diferentes ambientes (DEWEY, 1959B, p. 23). Por exemplo, o aluno A13 postou no fórum um objeto de aprendizagem sobre química geral e as reações no fórum foram as seguintes: "*Pô* [A13]*...legal esse objeto de aprendizagem q vc postou*" (A19), "*valeu* [A13]*...muito massa!!!!*" (A26). A colaboração entre os alunos foi capaz de integrar códigos de diferentes meios sociais, como a escola e a internet.

Em função da importância atribuída à colaboração, aspecto inerente às atividades do PBL, a comparação com outros processos de educação foi inevitável: "*No PBL há mais interação entre os alunos, e, quando efetuada seriamente há muito mais troca de informação e por consequência muito mais aprendizado. Nos outros métodos não há troca de ideias."* (A04). A fala da aluna A04 denota que as experiências anteriores com relação à interação com outros alunos não foram bem sucedidas, o que nos leva a crer que em uma instituição social como a escola, na qual a atividade de uma pessoa se acha vinculada à de outras, **não é possível desenvolver uma atividade educativa sem levar em consideração a atividade realizada por seus pares** (DEWEY, 1959b, p. 13).

De acordo com os resultados apresentados, concluo que o PBL promove a interação entre os alunos mediante uma cooperação de qualidade. Eles avaliaram muito bem o modo como colaboraram nos grupos para resolver um problema. O Gráfico 6 evidencia que os alunos se tornaram mais questionadores a cada problema que resolviam, além disso, passaram a ter um padrão muito bom na contribuição de informação a partir do problema 2.

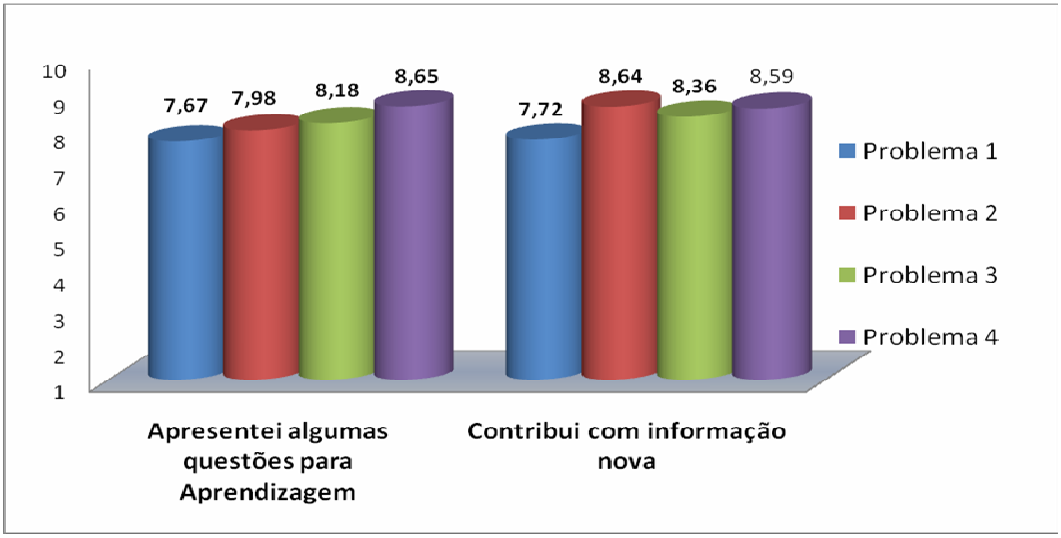


Gráfico 5 – Questões relacionadas à colaboração.

Já analisada a qualidade da colaboração entre os alunos, me detenho agora em um aspecto mais objetivo, a quantidade da participação nas discussões. E destaco que o volume de interação proporcionado pelo PBL foi muito bom, tanto na sala de aula, quanto no ambiente Teleduc. Além disso, as interações no Teleduc foram bastante similares às da sala de aula, ambos ambientes ricos de informação: "*foi muito útil o fórum do Teleduc, proposto pelo professor Sidney, pois acabou gerando "uma fonte de pesquisa" entre os alunos, pois um 'passava' para o outro aquilo que sabia*." (A12). Embora as discussões em sala de aula tenham fluído bem, deixo aqui registrado que seria muito difícil mapear e mensurar de forma objetiva a interação entre os alunos em um ambiente presencial. Em decorrência, a Figura 64, que representa as mensagens trocadas entre os alunos no Fórum do Telduc, valida minha observação.

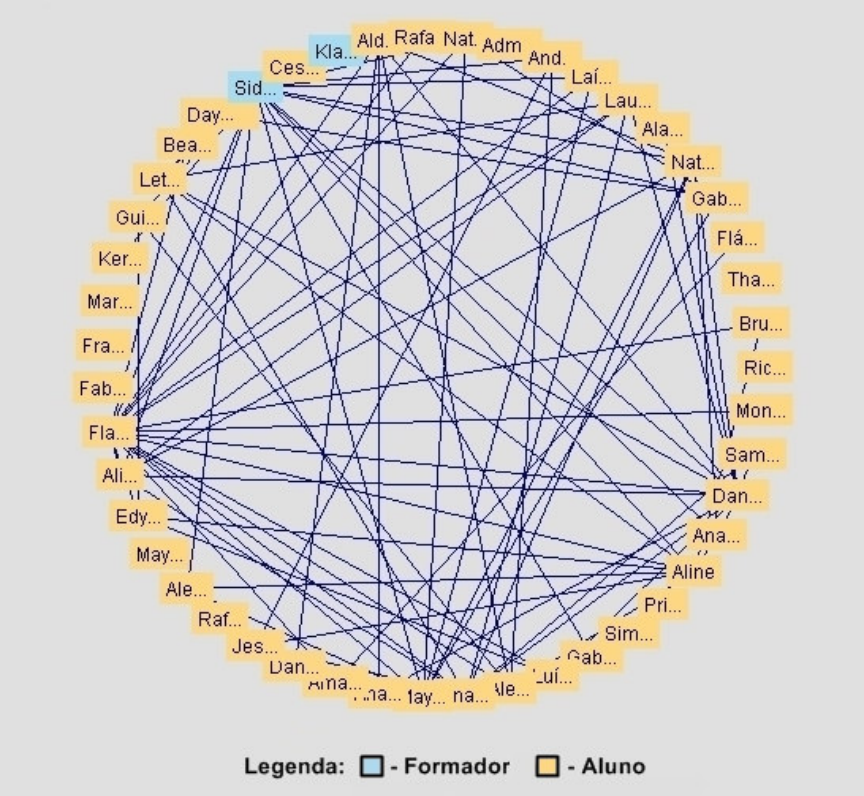


Figura 64 – Grafo[17] Polar de Interações no Fórum de Discussões do Teleduc acerca do Problema 3.

8.3.2. Interesse pelo Conteúdo

Esta categoria tem a finalidade de investigar como o interesse pelo conteúdo se manifestou nas atividades realizadas pelos alunos no PBL. Para observar como uma situação ou atividade escolar proporciona interesse é preciso investigar o que está implícito na situação. Desse modo, o diálogo a seguir fornece elementos para determinar as variáveis implicadas na vontade de aprender:

— *achei interessante a ideia de fazer menus pra abrir antes de fazer os cálculos. Fica bem melhor! =D* (A25).
— *muito interessante, vamos fazer A25? =D* (A28).
— *demoro! haha* =D
mas a gente tem q ver como faz pra separar q nem eu te falei! (A25).
— *pois é, a gente dá um jeito...* (A28).
— *damos sim! Haha* (A25).

Analisando o diálogo entre as alunas A25 e A28, nota-se que o interesse aflui porque há, segundo as palavras de BRUNER (1969, p. 137), "o poderoso engodo da incerteza", o

[17] Grafo criado pela ferramenta InterMap do TelEduc.

termo engodo é utilizado por Bruner no sentido de "isca", não no sentido de engano. A incerteza será a isca que atrairá as alunas para empenhar seus esforços visando a controlar tal incerteza. Para as alunas, o controle da incerteza é o desafio que se apresenta e que "darão um jeito" de resolver. Assim, **a situação desafiadora ou problemática configura-se como a mola propulsora do interesse** das alunas pelo conteúdo.

A incerteza é um poderoso estimulante para o interesse, mas isoladamente não é responsável por conservá-lo, já que há que se ter prazer em desenvolver uma nova aptidão relacionada ao conteúdo. A fala eufórica da aluna A41 mostra isso:

"Ebaaaaaaaa deu certo..!!
Consegui fazer..!
kkkkkkkkk
*Agora consigo entender esse negocio estranho de pAscal..! kkkkkkk =****
Boa sorte a todosss..!!!!!!!! =D" (A41)

A euforia da aluna A41 mostra como o processo de aprendizado trouxe-lhe realização, assim inferimos que o interesse pelo conteúdo está relacionado com a realização pessoal. Sobre o acesso de energia demonstrado quando "achamos um assunto de que gostamos" BRUNER (1969, p. 139) observa,

> Interessamo-nos pelos conteúdos que dominamos. É difícil, em geral, ter interesse em uma atividade, a não ser que consigamos determinado nível de competência.

Confirmando que o interesse pelo conteúdo é uma atitude que aborda ao mesmo tempo aspectos intelectuais e emocionais, o aluno A24 expressa-o com muita paixão usando termos como "fé e força de vontade": "*nós podemos resolver qualquer tipo de problema e vencê-lo, basta termos fé e força de vontade que até mesmo os problemas que dizem irresolvíveis terão uma solução adequada*". DEWEY (1959b, 138) considera que o interesse, do ponto de vista emocional, é algo observável nas atitudes de um indivíduo,

> Dizemos de uma pessoa interessada que ela se enterrou em algum negócio ou que se encontrou nele. Estas frases exprimem a absorção, o apaixonamento da pessoa pela coisa.

BRUNER (1969, p. 139) ressalta que o sentido de realização pessoal só pode ser obtido quando desempenhamos uma tarefa com começo e fim. DEWEY (1959b, p. 139) concorda com Bruner e acrescenta que entre o começo e o fim de uma atividade ficam os meios, "atos a ser praticados; obstáculos a superar; instrumentos a usar e aplicações a fazer". As atividades no PBL mantêm essa estrutura, uma vez que os alunos sabem de onde partiram e aonde desejam chegar e para isso fazem uso dos meios descritos por Dewey, como atesta a

seguinte fala: "*podemos ver que, com esta metodologia, o interesse dos alunos é maior porque ela já aplica o conhecimento em problemas rotineiros*" (A17). Ainda sobre **o papel da realização pessoal no interesse**, notei que alguns alunos empenhavam seus esforços no sentido de se superarem a si mesmos: "*esta metodologia incentiva o aluno, de forma até surpreender-se com seus próprios talentos*" (A11).

O diálogo inicial que abriu esta análise nos lembra que o conhecimento é algo socialmente construído, logo, o interesse em aprender está estreitamente ligado com a reciprocidade. Para BRUNER (1969, p.145) a reciprocidade diz respeito a uma necessidade profunda de o homem responder a outros e de com eles cooperar para atingir um objetivo. A reciprocidade é ilustrada pela seguinte fala: "*No PBL há mais interação entre alunos-alunos e alunos-professor e os alunos são mais estimulados a aprender o que está sendo proposto*" (A23). A reciprocidade também é destacada por DEWEY (1959b, p. 137) para quem "interesse" significa "que o eu e o mundo exterior se acham juntamente empenhados em uma situação em marcha".

Sobre a não manifestação do interesse, DEWEY (1959b, p. 141) diz que quando os alunos "não querem ouvir nem compreender o que se lhes ensina" é porque seus espíritos não se relacionam à matéria de estudo, esta não lhes diz nada. Segundo as falas dos alunos o PBL, da maneira como foi implantado, **é um método que estabelece um senso de conexão entre os seus espíritos e a matéria de estudo**: "*É uma metodologia* [PBL] *bastante diferente das outras e envolve melhor o aluno na matéria, o aluno passa a participar diretamente das aulas.*" (A40) e "*Cria interesse do aluno pela matéria*." (A13). E sendo o curso escolhido pelos alunos o de Química, a conexão motivadora do interesse ocorreu justamente nessa área: "*O que nos motivou em cada passo, foi que através da análise de objeto de aprendizagem adquirimos mais conhecimentos tanto sobre química como de forma geral*" (A12).

8.3.3. Práticas Reflexivas

Esta análise sobre a contribuição do PBL para proporcionar práticas reflexivas dar-se-á mediante a ótica do pensamento reflexivo proposto por John Dewey, bem como pela perspectiva da prática reflexiva proposta por Donald Schön. Segundo SCHÖN (2000, p. 32), a prática reflexiva pode ser do tipo "reflexão sobre a ação" que consiste em analisar uma ação realizada para projetar ações futuras; ou do tipo "reflexão-na-ação", na qual a prática reflexiva

surge na urgência da situação e transforma a ação enquanto ela ainda ocorre. Ambas as práticas reflexivas serão abordadas nesta análise.

Para DEWEY (1959b, p. 153), a reflexão implica um olhar retrospectivo e prospectivo sobre como intervimos nas coisas e como as coisas intervêm em nós, pois, "a medida do valor de uma experiência reside na percepção das relações ou continuidades a que nos conduz", ou seja, a significação de uma experiência decorre de uma reflexão sobre o que se realizou e a consequência disso. Essa concepção pode ser observada na seguinte situação: Uma aluna, espontaneamente, postou no fórum de discussões do Teleduc um texto no qual refletia sobre o que havia produzido na disciplina e convidava os colegas e o professor para refletirem juntos:

"*E ai pessoal, digam a opinião de vcs sobre os objetos de aprendizagem que nós mesmo criamos*
- material pedagógico
- planilha
- calculadora de química
Minha opinião - os dois primeiros objetos achei maravilhosos muito bom mesmo, cada grupo fez um melhor q o outro, o primeiro era como um tutorial de como usar um computador, e o segundo eu achei melhor, agora a calculadora eu achei ruim, pois pra um aluno q não tem facilidade em fazer calculos dar uma calculadora na mão dele que faça tudo não é legal rs .....apesar dele propor os raciocinios pra fazer os calculos, depois q a calculadora estiver pronta ele não vai mais precisar relembrar o raciocinio de cada calculo cada vez q fosse fazer um.
professor de a sua opinião tbm!" (A38)

A reflexão da aluna sugere que, mediante sua "experiência e erro", ela fará atividades diferentes com seus alunos no que se refere ao conteúdo de cálculos, buscando mediante suas futuras experiências "o acerto" e quando o encontrar adotará tal atividade em sua conduta futura. É interessante notar que a reflexão da aluna ocorre apenas no âmbito das consequências de sua experiência, quer seja para ela própria, quer seja para seus alunos. Para a aluna, o foco é o efeito da experiência. Portanto, não é relevante o motivo, segundo suas próprias vivências, que a fez dar essa conotação à sua experiência (DEWEY, 1959b, p. 158).

Por outro lado, o aspecto das causas que levam à significação de uma experiência por um indivíduo pode ser analisado na fala do aluno A30, ao responder à provocação intelectual proposta por sua colega:

"*O primeiro e o segundo material pedagógico foi de interessante método para a utilização de terceiros bem como sua realização, já o terceiro que causou duvidas inclusive em mim, eu acho que o professor ao dar o problema 3 ele não quis que os alunos ficassem dependentes da calculadora só como iniciação dos passos como as contas, eu por experiência própria sei como é estudar em escola publica de péssima qualidade e não ter praticamente ensino, ou seja, não é um ensino de má qualidade é não ter ensino mesmo praticamente, então eu acho*

que foi isso, a calculadora química não é para os alunos ficarem dependentes é só para auxiliá-los nesses conceitos." (A30)

É possível notar que o aluno A30 leva a observação de sua experiência mais longe, ou seja, ele relaciona o efeito (consequência) que atribui à sua experiência à causa que o leva a pensar de uma forma e não de outra. Toda essa situação é teorizada por DEWEY (1959b, p. 159) como se segue,

> Na descoberta minuciosa das relações entre os nossos atos e o que acontece em conseqüência deles, surge o elemento intelectual que não se manifestara nas experiências de tentativa e erro. À medida que se manifesta esse elemento aumenta proporcionalmente o valor da experiência. Com isto muda-se a qualidade desta; e a mudança é tão significativa, que podemos chamar reflexiva esta espécie de experiência – isto é, reflexiva por excelência.

Convém ressaltar que a reflexão de ambos os alunos (A38 e A30) ocorreu após a atividade, assim, esse tipo de reflexão é descrito por SCHÖN (2000, p. 32) como "reflexão sobre a ação", pois nesse caso, os alunos pensaram retrospectivamente sobre o que realizaram a fim de descobrirem como a experiência poderia contribuir para um resultado inesperado.

BARREL (2007, p. 191) ao analisar a estratégia do PBL, orienta os professores a ajudar seus alunos a refletir constantemente sobre seus próprios progressos, porque mais adiante participarão de outras experiências de aprendizagem. Nesse sentido, os alunos consideram que **o PBL proporciona oportunidades para que reflitam sobre suas experiências,** tendo em vista aspectos futuros: "*Aprendemos a solucionar os problemas apresentados e pensar como isso poderia ser repercutido*" (A10), "*a metodologia comum não nos deixa tempo para pesquisar e avaliar o que nos é ensinado*" (A6).

O assunto que instigou um aprofundamento maior nas reflexões dos alunos dizia respeito aos objetos de aprendizagens e às consequências de seu uso: "*Esse problema que nos possibilitou pesquisar sobre objetos de aprendizagem, nos mostrou o quão importante é desenvolver maneiras diferentes para o ensino dos alunos*." (A15). Além disso, as falas mostram que a reflexão dos alunos emergiu, quando se depararam com a incerteza e lançaram mão de hipóteses: "*São ótimas maneiras de usufruirmos dessa era digital em que vivemos e são muito aplicáveis a nossa vida acadêmica, principalmente no ensino médio, onde é possível encontrar os maiores níveis de desistência, indisciplina e repetência*" (A21).

Assim, concluo que o PBL, da forma como foi implementado, incita os alunos a refletir sobre a ação. No que se refere a refletir-na-ação, os alunos pensaram desse modo em muitos momentos, enquanto resolviam os problemas e suas ações eram foco de reflexões, enquanto ainda agiam. Mas em virtude da natureza dos problemas, não é possível verificar se

o PBL possibilita a reflexão-na-ação, segundo a concepção de PERRENOUD (2002, p. 34), ou seja, não é possível precisar nesta pesquisa se o PBL possibilita ao aluno pensar de modo reflexivo no ofício de professor. Para tanto, seria necessário utilizar a problematização em um contexto essencialmente real, como o de um estágio supervisionado, por exemplo, no qual uma sala de aula real desempenha um fator decisivo para verificar qual a natureza da reflexão.

Porém, por condicionar os alunos a refletir sobre seus processos, o PBL abre precedentes para que, na futura prática profissional, os alunos possam refletir-na-ação enquanto esta estiver ocorrendo com o objetivo de mudar algo na ação mediante a reflexão realizada.

Quanto a mim, enquanto participante desta pesquisa na condição de professor que utilizou o PBL, penso que realizei os dois tipos de reflexão. A reflexão sobre a ação é óbvia e pode ser constatada nesta seção, visto que toda a minha ação é objeto de reflexão desta pesquisa. Com relação à reflexão-na-ação, esta se deu na seguinte situação:

Por ocasião da resolução do Problema 1, uma aluna que havia há algumas aulas manifestado a vontade de me perguntar sobre alguns assuntos, falou:

— Professor, posso fazer umas perguntas para o senhor agora?

— Claro A27. Respondi.

Assim a aluna puxou uma cadeira e sentou-se ao meu lado com um caderno e uma caneta na mão. A aluna relatou-me que havia feito um curso avançado sobre internet e tinha algumas dúvidas sobre esse assunto. Começou a propor várias perguntas sobre conceitos sofisticados envolvendo a internet, porém, eram conceitos que pouco se relacionavam com a resolução do problema e eu percebia que muitas das perguntas a aluna já sabia a resposta. Contudo, eu respondia às questões com muita propriedade e a cada questão notei que a aluna buscava uma forma de me colocar "contra a parede". Eu passei a gostar da brincadeira e respondia as questões prontamente. Muito satisfeito, esperava a pergunta seguinte. Tudo parecia um jogo de perguntas e respostas, que eu estava ganhando. Afinal desempenhava meu papel de professor, demonstrando meu conhecimento. Enquanto respondia à aluna, comecei a refletir sobre o motivo que me impelia a agir daquela forma, mesmo sabendo que o assunto das questões tinha pouco a ver com a resolução do problema e que minha forma de agir ia contra a filosofia do PBL que eu estava trabalhando. "Já sei! Estou agindo assim por vaidade e apego ao "papel ideal de professor". A aluna está me testando e não quero que ela pense que eu não domino o conteúdo e que estou me esquivando de dar aulas expositivas por esse motivo". A reflexão fez com que eu mudasse minha estratégia. Eu disse para aluna: "— Eu explico o que você quer saber, mas antes você me fala o que entende sobre esse assunto que

está me perguntando e tente vincular isso com a resolução do problema". A aluna demonstrou surpresa a princípio, mas falava sobre o assunto e eu também falava e sempre que podíamos traçávamos paralelos entre o assunto e a resolução do problema. Assim uma situação pautada no inquérito incisivo, na afirmação de papéis, na vaidade, deu lugar a uma conversação, em que o que importava era a colaboração mútua.

Essa situação, mesmo que um pouco prosaica, ilustra o modo como uma situação imposta pelo PBL fez com que minha reflexão desse uma nova forma à ação enquanto eu a realizava, incorrendo assim, na reflexão-na-ação.

8.3.4. Preocupação com o Contexto

O contexto das situações-problema apresentadas aos alunos visava a refletir ao máximo sobre as situações da realidade. Neste momento, busco verificar aqui como se deu a preocupação com o contexto dos problemas e sob quais concepções os alunos encararam os contextos. Nessa direção, FREIRE (1996, p. 68) considera que,

> Como professor preciso me mover com clareza na minha prática. Preciso conhecer as diferentes dimensões que caracterizam a essência da prática, o que me pode tornar mais seguro no meu desempenho.

A importância conferida aos contextos que cada situação-problema apresentou é identificada na seguinte situação: A aluna A15 entrou no fórum de discussão do Teleduc perguntando se o projeto vinculado ao problema 4 dizia respeito a analisar as vantagens do objeto de aprendizagem que tinha escolhido. A aluna A11 respondeu ao questionamento da colega, lembrando-a que a seleção e análise do objeto de aprendizagem deveria estar articulada com a situação problemática que tinham em mãos:

"*Oi A15 a importância deste objeto não esta somente no software empregado porém em avaliar se é adequado ao que o problema propõe. Você deve levar em consideração a acessibilidade do OA aos alunos e tbm sua flexibilidade, ou seja, uma possível cópia para alunos terem acesso não só na escola*." (A11)

A análise dos dados revelou também que as atividades do PBL, sobretudo, as realizadas em grupo, possibilitaram que os alunos adquirissem respeito pelos saberes de seus futuros alunos:

"*Apresentamos para a sala e para o professor a nossa ideia, houve várias indagações acerca da realidade que os alunos de Tocantins viviam então começamos a pensar mais neles, e foi*

ai que tivemos a grande ideia de facilitarmos o aprendizado dos alunos, dando a eles algo mais palpável e rápido de aprender." (A24)

De acordo com a fala do aluno A24, podemos supor que os questionamentos envolvendo o contexto do problema foram decisivos para o desenvolvimento das ideias para sua solução. Nesse processo, **o aluno contextualiza seu conhecimento e adquire o conhecimento dos contextos e parece se convencer de que a existência não é um bloco compacto de determinismo aos quais devemos nos acostumar** (VALLAEYS, 2009, p. 2). Essa perspectiva racionalmente prática é evidenciada na seguinte fala: "*Aprendi que os problemas devem ser resolvidos de acordo com as necessidades do ambiente*" (A14). Os alunos creem que, conhecendo e levando em consideração o contexto, podem fazer a diferença, uma vez que tendo empenhado esforço em resolver um problema, o sentido de fatalismo deixa de existir, porque só é possível chegar a uma solução interferindo na situação em que se apresenta, desconsiderando fórmulas prontas: "*Aprendi a compreender os problemas, ou seja, analisá-lo e dar uma solução a cada tipo que veio aparecer*" (A24).

Com relação à **internalização do contexto**, os alunos colocaram-se na posição de professores e apresentaram preocupação em determinar quais conhecimentos possuíam da situação-problema: "*O objeto de aprendizagem selecionado levou em consideração o grau de aprendizagem dos alunos em questão*." (A07), e "*Para a escolha do tema teve-se que colocar em questão qual o público alvo que utilizaria a calculadora, no caso, alunos do ensino médio*." (A10). As falas apontam uma preocupação com os saberes que os alunos da situação-problema já possuíam. Semelhante preocupação revela a intenção de fazer com que seus alunos relacionassem esses saberes com o conteúdo de ensino (FREIRE, 1996, p. 30). A fala do aluno A12 fundamenta esta inferência:

"*Algo que consideramos interessante, é a preocupação que o professor, no caso um de nós, tem em relação aos seus alunos, sempre tendo novas ideias, procurando envolver seus alunos com a química, através de recursos (no caso eletrônico)*" (A12).

Ao refletir sobre a resolução do problema 1, o aluno A26 diz que usou os conhecimentos prévios e coisas do cotidiano dos alunos para ancorar os conhecimentos científicos:

"*Faltava então adequar toda essa linguagem "confusa" para uma linguagem mais coloquial e fazer algo que chamasse a atenção dos alunos do primeiro ano do ensino médio da cidade de Oliveira de Fátima no Tocantins*." (A26)

A valorização do conhecimento prévio pelos alunos e, consequentemente, do contexto em que tal conhecimento se origina encontra justificava, se atentarmos que 37 alunos (90%) acreditam que a escola não considera esse aspecto relevante, como pode ser observado no Quadro 5.

		Um dos grandes problemas das escolas é que não levam em consideração os interesses e conhecimentos prévios dos alunos.			Total
		Concordo	Discordo	NTO	
O PBL permite ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de um problema	Concordo	36	2	1	39
	Discordo	1	0	0	1
	NTO	0	0	1	1
Total		37	2	2	41

Quadro 5 – Relação de conhecimentos prévios com o PBL.

A análise do Quadro 5 possibilita ainda inferir que os alunos veem a necessidade de utilizarem metodologias ativas na escola para que seja possível a articulação dos conteúdos científicos com os saberes que eles já detêm.

8.3.5. Postura Profissional

A análise dos dados que farei nessa seção busca identificar a contribuição das atividades desempenhadas no PBL para desenvolver uma atitude profissional nos alunos. Convém ressaltar que o conceito de profissional tratado aqui é o estabelecido pela literatura que versa sobre as formas de racionalismo da prática profissional. Dessa maneira, para que haja uma formação realmente profissional, há que se contemplar, além do domínio dos saberes a serem ensinados, o domínio teórico e prático dos processos de ensino e aprendizagem (PERRENOUD, 2002, p. 10). Nesse sentido, é possível constatar que os alunos validam a ideia de uma formação profissional que rompe com o racionalismo técnico:

"Futuramente, um aluno formado em licenciatura (química) não só dará aulas de químicas como também, se a pessoa possuir conhecimentos de recursos computacionais obtidos na faculdade, poderá enriquecer suas aulas utilizando métodos de aprendizagem pelo computador." (A20)

Notem que na fala do aluno ele menciona “aprendizagem pelo computador” e não “ensino pelo computador”. Portanto, os termos da expressão permitem-nos inferir que o computador será um instrumento de desenvolvimento cognitivo, não uma máquina de instruções na futura profissão do aluno. **A resolução do problema 4 foi fundamental para formar essa concepção de racionalismo prático**, ou seja, por estimular a formação intelectual e crítica dos alunos no que se refere à educação:

“Pessoal, na Revista Nova Escola da editora Abril desse mês, saiu um reportagem sobre o uso de tecnologias como apoio em sala de aula. Não fala diretamente sobre aplicação em química, mas vale a pena conferir para ter alguns referenciais de exemplo.
Tem um pouco sobre o assunto no site da revista: www.ne.org.br.” (A12)

Ressalto que, segundo os alunos, as outras disciplinas não abordavam assuntos pedagógicos, somente conteúdos específicos da química e da física. Consequentemente, **considero a resolução de problemas um fator decisivo para que os alunos do primeiro ano de licenciatura tivessem posturas comprometidas como a apresentada pelo aluno A12** que, além da indicação no fórum de discussões, também levou a revista na sala de aula e a emprestou aos colegas.

Percebo, então, que é importante formar os alunos mediante práticas inovadoras, como o PBL ou outras práticas ativas, se quisermos que elas sejam implementadas na escola: “*O aluno deve ter sua autonomia, pois somente assim ele será mais responsável e comprometido, ou seja, adquiriu um conhecimento, sem aquela "pressão" que existe normalmente.”* (A22). No entanto, o estágio supervisionado, muitas vezes o único responsável por formar uma atitude docente, consiste, na maioria dos casos, na observação de professores em aula (LEITE et al., 2008, p. 34), não dando margem à autonomia no desenvolvimento e análise da prática docente.

Nessa ótica, registro aqui que **a autonomia foi uma característica muito valorizada pelos alunos** quando abordavam questões referentes à profissão que desempenhariam: “*O aluno tendo autonomia, ele com certeza não irá passar dificuldades no trabalho*.” (A24) e “*Incentivando a autonomia dos alunos o professor o incentiva para futuramente resolver problemas mais complexos sem a ajuda do mesmo*.” (A30). Essas falas estão em concordância com a ideia de PERRENOUD (2002, p. 13) sobre a importância da autonomia na formação do professor,

> A autonomia e a responsabilidade de um profissional dependem de uma grande capacidade de refletir em e sobre a ação. Essa capacidade está no âmago do desenvolvimento permanente, em função da experiência de competências e dos saberes profissionais.

Além de questões relacionadas ao domínio teórico e prático dos processos pedagógicos, o conteúdo específico também foi encarado pelos alunos segundo uma perspectiva profissional. Por conseguinte, observe que, na próxima fala transcrita, o aluno A24 já se define como professor, embora coloque a palavra entre aspas:

"Foi proposto uma atividade que ensinássemos os alunos a utilizar o MS-Excel e simultaneamente, ensinar o conteúdo de pH dos alimentos (ácidos, básicos e neutros). Para tanto, foi preciso que nós "professores" desses alunos, fizéssemos o experimento na prática, para entender melhor seu conceito, além de aprendermos também os comandos do Excel." (A24)

A fala do aluno A24 revela que, para ele, o ensino de qualquer conceito pressupõe em primeiro lugar desvendar o conceito, entender sua natureza, o modo como foi construído e em qual realidade se aplica para, a partir daí, propor situações de aprendizagem. Para entender a natureza do conceito no processo PBL, o aluno A17 diz que:

"Para por em prática essas ideias seria necessário muito mais do que somente a vontade de resolver o problema e a paixão pela química, fez-se necessário buscar conhecimento para que, dominando os conceitos que o problema cobra de cada aluno e o que foi estipulado pelo grupo como dificuldade particular, o objetivo fosse alcançado." (A17)

O aluno A17 demonstra em seu texto uma **busca pela profissionalização que situa o aluno em algo que vai além da vocação**. O texto sugere que há que se ter uma responsabilidade pela profissionalização, além de uma noção clara das vulnerabilidades que deverão ser trabalhadas. **Posturas estas que, sem dúvida, o PBL, da forma como foi implementado nesta intervenção, contribui para desenvolver ou estimular**.

8.4. PBL e a Futura Atuação Profissional

Uma análise dos resultados que comprovem o efetivo potencial instrumentalista do PBL, do modo como foi aplicado nesta intervenção, necessitaria acompanhar os indivíduos participantes desta pesquisa em suas carreiras profissionais para poder confirmar que as situações vivenciadas no PBL se relacionariam com as vivenciadas na atuação profissional desses indivíduos. Assim, esta análise busca explicitar as opiniões dos alunos acerca do poder de contextualização das situações a que foram expostos durante o processo do PBL, ou seja, lança um olhar nas suas experiências para observar como eles as articulam com a profissão que escolheram exercer.

É importante esclarecer que uma experiência para ser educativa e, dessa forma, oferecer a capacidade de responder aos apelos da vida, deve possibilitar ao educando condições para o desenvolvimento de novas experiências posteriores (DEWEY, 1971, p. 14). Essa concepção manifestou-se em uma situação ocorrida um ano após a aplicação do PBL. No dia 06 de julho de 2010, encontrei nos corredores da faculdade o aluno **A1 que me relatou, espontaneamente, que quando fez a disciplina de computação pela primeira vez não via nenhuma utilidade para o aprendizado da Linguagem de Programação Pascal. Contudo, após fazer a disciplina pela segunda vez, já na metodologia PBL, o aluno disse que agora conseguia ver na prática como utilizar o Pascal em muitas situações**: "*Ah, é muito melhor professor, a turma de química desse ano também está utilizando problemas na computação*" (A1). A fala desse aluno demonstra que a experiência proporcionada pelo PBL afetou suas atitudes no sentido de contribuir para a qualidade de suas experiências futuras, mesmo após um ano de seu contato com o PBL.

Ainda sobre a questão da validade da disciplina de computação para a área de química, a aluna A31 ao responder uma questão sobre a importância da tecnologia escreveu em sua prova: "*No começo do curso me surpreendi ao saber que havia aula de computação nessa área e me perguntava: para que computação em química? Com o passar das aulas comecei a descobrir qual realmente era o objetivo. Percebi que computação pode nos ajudar a passar de forma menos complicada e mais interessante conceitos de química aos alunos*". Embora não cite o PBL diretamente como responsável por sua mudança de opinião, foi durante essa modalidade de educação que o questionamento da aluna foi respondido, **pois a intervenção foi responsável por colocá-la, tanto quanto as situações permitiram, no contexto da vida real**.

É importante destacar que a experiência se encontra em qualquer modalidade de educação, seja ela tradicional ou progressista. Desse modo, nesta análise, os resultados são observados mediante a qualidade da experiência na visão dos alunos. Para tanto, devemos atentar para o fato de que a qualidade da experiência possui dois aspectos: o imediato de ser agradável ou não e o mediato de sua influência sobre experiências posteriores (DEWEY, 1971, p. 16).

Exceto por certa estranheza inicial, natural em função do caráter inovador da metodologia, **os alunos demonstraram que as experiências com os problemas se não foram totalmente agradáveis pelo menos não foram traumáticas**, essa percepção ficou evidente em minhas observações e nas falas dos alunos, tanto que a aluna A42, meses após o encerramento da disciplina, me enviou a seguinte: "*Tenho saudades das aulas de computação, os PBLs, eram divertidos*". Para DEWEY (1971, p. 16), as experiências não devem ser somente imediatamente agradáveis ao estudante, mas também armá-lo para experiências futuras, ou seja, devem ter um nível de significação que vá além dos sentidos. E é nesse "além dos sentidos" que se destaca o aspecto mediato da experiência, por exemplo, se a frase da aluna A42 fosse apenas o texto "*Tenho saudades das aulas de computação, dos PBLs, eram divertidos e era legal"* a experiência teria sido agradável em si mesma, mas como a aluna complementou com "*ter que imaginar e criar varias coisas!!!*" a qualidade da experiência assumiu um caráter mediato e a palavra "saudade" confere à expressão da aluna um sentido de vontade de continuar a "*criar várias coisas*".

Ao analisar as falas dos alunos, percebi que tanto o aspecto imediato quanto o mediato das experiências **contribuíram para o preparo deles em futuras experiências de caráter mais profundo**: "*Prepara bem melhor o profissional para enfrentar as mais diversas adversidades que irão surgir em sua vida profissional*" (A37), "*cursando essa disciplina adquiri conhecimentos que me serão úteis ao longo da minha vida profissional.*" (A2), "*A atividade apresentou problemas cotidianos que poderão ser facilmente encontrados na realidade*" (A5). A semântica e a sintaxe das falas apresentaram grande similaridade, principalmente no uso de palavras como "cotidiano", "futuro", "profissional", no sentido de que as experiências possibilitariam uma continuidade das experiências.

Para DEWEY (1971, p. 28) a continuidade, ou *continuum*, é o critério que diferencia uma experiência educativa de outra deseducativa, pois,

> (...) cada experiência afeta para pior ou melhor as atitudes que irão contribuir para a qualidade das experiências subseqüentes, determinando preferências e aversões e tornando já mais fácil, já mais difícil agir neste ou naquele sentido.

Um exemplo de como as experiências no PBL impactaram a realidade dos alunos, sobretudo uma futura realidade desejável, é identificado na seguinte fala: "[o PBL] *Ajuda o aluno a amadurecer, influenciando muito na vida, onde problemas não serão encarados de forma tão negativa*" (A11), em que a palavra "amadurecer", bem como o verbo "influenciar" no gerúndio dão à frase a conotação de **uma disposição de continuar a aprender pela experiência**. Essa mesma impressão pode ser verificada na fala do aluno A29: "*Todas as pesquisas tiveram grande importância, pois nos proporcionaram melhor conhecimento sobre o assunto, e assim podemos aplicá-lo em nosso cotidiano.*".

Uma consonância entre os alunos diz respeito à importância dada ao contexto e aos conhecimentos como instrumentos destinados às ações profissionais, pois permitiram "*Aprender na prática*" (A12), além disso, "*De acordo com a prática realizada, aprendemos o princípio do Programa Pascal e como podemos utilizá-lo a nosso favor no cotidiano*" (A28). A valorização da prática pelos alunos é explicada por DEWEY (1959b, p. 204), para quem "o conhecimento do curso natural do desenvolvimento sempre se vale de situações que implicam aprender por meio de uma atividade, *aprender faz*endo".

Um aspecto notado foi que os alunos viam a realidade vivenciada por eles refletida nas situações-problema que recebiam: "*O novo problema entregue em nossas mãos deve ser algo muito comum com os professores de todo país*" (A30), outras falas também revelam uma postura política e consciência social para assuntos educacionais: "*o problema apresentado nos mostra situações nas quais muitas escolas brasileiras passam como a falta de professores e consequentemente o desinteresse dos alunos por determinado assunto*" (A20). A legitimação da situação-problema pelos alunos confirma a teoria de que a busca por um conhecimento duradouro e aplicável à futura profissão deve levar em conta que o problema apresentado ao aluno deve ser um problema do aluno em sua qualidade de ser humano e não unicamente em sua qualidade de aluno (DEWEY, 1959b, p. 171). E para ser um problema do aluno a situação-problema deve possibilitar a continuidade da experiência, pois toda experiência em desenvolvimento faz uso das passadas e interfere nas futuras (DEWEY, 1971, p. 26).

Assim, além das experiências mais específicas com o conteúdo, a experiência mais geral com o PBL fez alguns alunos refletirem sobre **a possibilidade de utilizar a própria metodologia PBL para condução de suas aulas**: "*Essa metodologia me surpreendeu e espero que um dia seja possível eu mesma utilizá-la*" (A11), "*Faria do mesmo modo em que resolvi meu PBL1* [sobre como usar a tecnologia nas aulas]" (A10). Para alguns alunos, o modo como a disciplina foi conduzida **favoreceu o exercício de práticas pedagógicas**, uma vez que nos seus relatórios, eles chamaram a atenção para o fato de que "*o problema proposto*

nos auxiliou mais uma vez no processo de introdução à licenciatura" (A26). **É interessante notar que, segundo os alunos, foi uma disciplina de computação em um curso de licenciatura em Química que permitiu esse primeiro contato com assuntos pedagógicos**. A pergunta que cabe nesse momento é: se a disciplina fosse ministrada em outra abordagem, que não privilegiasse o contexto de aplicação dos conceitos, os alunos teriam essa mesma percepção?

Mas, **mesmo com uma posição tão favorável dos alunos quanto à pertinência do PBL em colocá-los em contato com a realidade profissional do professor, há certa resistência desses alunos em acolher atividades educacionais que articulem os conceitos específicos do curso com questões pedagógicas**. Ao analisar o Quadro 6, notamos que, dos 36 alunos (87,8%) que avaliam o PBL positivamente, 11 alunos (30%) consideram que questões relacionadas à prática docente devem ser estudadas não apenas no estágio supervisionado como também durante todo o curso. Para esses alunos, "*a metodologia PBL é muito interessante e poderia ajudar na melhoria do ensino*" (A40) .

		Questões relacionadas à prática do professor devem ser estudadas no Estágio Supervisionado, quando o aluno terá mais maturidade.			Total
		Concordo	Discordo	NTO[18]	
Qual sua avaliação sobre a metodologia PBL?	Negativa	3	1	1	5
	Positiva	22	11	3	36
Total		25	12	4	41

Quadro 6 – Relação entre a avaliação do PBL e a opinião sobre o estágio supervisionado.

Convém ressaltar que o objetivo de analisar o Quadro 6 nesta seção não é, de forma alguma, propor a substituição do estágio supervisionado pelo PBL, mesmo porque a problematização como metodologia de aprendizagem pode ser utilizada inclusive no próprio estágio supervisionado (SO; KIM, 2009, p. 105). Assim, a intenção aqui não é aprofundar o estudo em questões referentes ao estágio supervisionado, mas observar se os alunos legitimam o PBL como um recurso para colocá-los em contato com sua realidade profissional ou se, para eles, apenas o estágio supervisionado é suficiente para essa finalidade.

Diante dessa reflexão, cabe o seguinte questionamento: se o PBL é avaliado positivamente por 87,8% dos alunos e suas falas demonstram que tal metodologia permite vivenciar situações da futura prática profissional então por que 22 alunos (53,6%) acham que

[18] Não Tenho Opinião

questões pedagógicas devem ser abordadas somente no estágio supervisionado? Observando o comportamento e as falas dos alunos em sala de aula, notei que havia certa dificuldade no aprendizado dos conteúdos mais específicos do curso. Em uma situação ocorrida na sala de aula, quando elogiei a aluna A27 pelo belo trabalho realizado. Ela replicou, surpresa, mas feliz: "*os outros professores falam que não entendem como entramos na faculdade*". Assim, percebo que esses resultados encontram explicação na preocupação dos alunos com a aprendizagem dos conteúdos mais específicos do curso de química em detrimento de questões didáticas, como se partilhassem o seguinte pensamento: "deixa essas questões para o final do curso, temos muito com que nos preocupar agora". Todavia, a articulação do aprendizado de um conteúdo específico com a aquisição de práticas pedagógicas depende muito do formador e de sua visão do conteúdo e, principalmente, de sua visão de educação.

Porém, concluo que os alunos confirmam o poder de contextualização do PBL, no modo como foi aplicado nesta intervenção. Para eles, a contextualização do PBL é legitimada por situações vivenciadas por eles antes e durante o processo PBL, e, principalmente, por situações que possivelmente poderão viver em suas carreiras profissionais.

8.5. Autonomia de Aprendizagem

Antes de iniciar a análise dos resultados é necessário compreender a que tipo de autonomia este texto se refere. Não é minha intenção aprofundar-me em questões filosóficas acerca da definição de autonomia. A autonomia de aprendizagem de que trato aqui é a convencionada socialmente: significa a capacidade de um indivíduo buscar e processar o conhecimento sem que outro lhe diga para fazê-lo, seja o conhecimento mais trivial até o mais sofisticado, é saber analisar, interpretar e aplicar tal conhecimento mediante um sucessivo processo de pensar por si mesmo. Ou seja, a autonomia tratada neste tópico se refere à competência de indivíduo para gerenciar seu próprio aprendizado. Desse modo, busco identificar a opinião dos alunos no que tange à autonomia de aprendizagem no ensino superior e a contribuição do PBL nesse sentido.

Todavia, pode parecer redundante o uso do termo "pensar por si mesmo" uma vez que toda pessoa pensa por si mesmo no sentido de reconstruir, segundo seus próprios esquemas mentais, qualquer informação que recebe. Mas, a autonomia de pensamento a que me refiro trata-se de uma apropriação do conhecimento pelo indivíduo, algo que lhe diz internamente

"este conhecimento é meu, faz parte de mim!". Nesse sentido, a autonomia da aprendizagem tem a ver com o potencial regulador da situação de aprendizagem (busca e uso da informação) e em determinar se este potencial se encontra no aluno (autoregulado) ou no professor (regulador). Um aluno reflete sobre isso em seu relatório acerca da análise de objetos de aprendizagem: "*A nova Perspectiva de Ensino não é que o aluno decore um conhecimento pronto e inquestionável, mas sim que ele construa com base nas teorias já existentes, seu próprio conhecimento*" (A12).

A reflexão do futuro professor de química está em concordância com o que, segundo RUÉ (2009, p. 159), significa aprender com autonomia no ensino superior,

> De fato, as referências apontadas remetem ao papel central do indivíduo que aprende no processo educativo e às relações que ele é capaz de estabelecer com aquilo que lhe é oferecido.

No momento em que um indivíduo pensa por si mesmo, também se torna responsável por suas ações esquivando-se de atribuir culpas às outras pessoas. A responsabilidade trazida pela autonomia confere também um *status* ético às ações, sobretudo na educação, em que a culpa ou a responsabilização pelo insucesso parece sempre recair sobre alguém. Essa ideia é confirmada pela seguinte fala de um aluno: "o *PBL possibilita ao aluno maiores responsabilidades em relação à sua aprendizagem promovendo sua conscientização"* (A22).

Mediante as falas e as observações recolhidas nas sessões de PBL, constatei que **a questão da responsabilidade,** como condição para desenvolver a autonomia, foi sendo valorizada gradualmente pelos alunos à medida que se acostumavam com a metodologia.

Nas primeiras aulas com o PBL, alguns alunos se sentiram incomodados com os seus novos papéis e responsabilidades, sobretudo quando eu fazia apontamentos sobre a pertinência dos trabalhos desenvolvidos por eles. Em um momento de certa hostilidade de alguns alunos, registrei em meu diário de bordo: "*qualquer tentativa de mudança é encarada como subversão por parte dos alunos que tem uma representação bastante solidificada dos papeis e funções de cada agente que faz parte do processo e educação*". Após a resolução do problema 1, uma aluna bastante resistente de assumir um papel mais responsável sobre o que produzia me mandou um e-mail no qual se desculpava por, durante as aulas, não ter aceito os meus apontamentos. Ela terminou a mensagem com o seguinte texto: "*Me comprometo a melhorá-lo* [material pedagógico] *até o dia da entrega*" (A35). Embora um tanto conciso, o texto demonstra boa vontade de assumir a responsabilidade de refletir sobre a própria produção intelectual. Pois, para desenvolver a autonomia é fundamental, entre outros fatores,

examinar o trabalho desenvolvido à luz de critérios próprios ou externos. Para isso, é preciso criar instrumentos para a autoregulação do próprio trabalho (RUÉ, 2009, p. 169).

Na metade do semestre, os alunos já estavam mais confortáveis em seus papéis. A fala seguinte expressa essa percepção, pois trata-se de uma visão de grupo: "*nos envolvemos diretamente nas decisões relacionadas com a aprendizagem, o que nos transformou em agentes ativos e principais responsáveis por todo processo de aprendizagem*" (A6).

Já no encerramento do semestre, os alunos adotaram um discurso em que **fica evidente a validade do PBL em torná-los responsáveis pela aquisição do próprio conhecimento**. Segundo suas falas, a conquista da autonomia deu-se pelo processo de aprender a aprender, através do qual os alunos se tornaram ativos e confiantes para transferirem suas habilidades aprendidas para outras situações, mesmo sem a orientação do professor:

"*no método PBL, os alunos são "responsáveis" pelo próprio conhecimento adquirido, o professor torna-se somente um mediador do conhecimento*" (A5).

"*os objetivos dela* [disciplina] *era nos ensinar a encarar qualquer tipo de problema sem medo, e nos ensinar acima de tudo a ser futuros profissionais autônomos*" (A24).

"*Um aluno autônomo aprende muito mais, ele não se sente preso àquilo que o professor passa e aprende questões sobre vários aspectos*" (A27).

Dessa maneira, nota-se que autonomia não passa a existir de um momento para outro, porque ela é desenvolvida na própria ação de fazer e pensar, ou seja, no contexto em que tais ações acontecem. Evidentemente, o contexto deve fornecer condições para que haja situações didáticas que favoreçam o desenvolvimento da autonomia, nessa direção RUÉ (2009, p. 169) orienta:

> Assim, parece fundamental trabalhar com projetos, em equipes e fazer leituras por conta própria. Essas atividades se sobressaem por serem as mais adequadas para o desenvolvimento da aprendizagem autônoma.

A importância da pesquisa e do trabalho em grupo para resolver problemas referentes ao desenvolvimento de um projeto é destacada na seguinte fala: "*Com o PBL o aluno é "obrigado" a ir atrás das informações, pesquisando e discutindo com todos*" (A16).

Em uma análise um pouco mais objetiva, constatei que cerca de 78% dos alunos acham que o professor deve incentivar o desenvolvimento da autonomia nos alunos e, para eles, isso implica situações nas quais haja a possibilidade de formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolver um problema, ou seja, para esses alunos que buscam ser

incentivados, o PBL tem um potencial de auto-regulação, pois permite tais situações. Essa percepção está representada no Quadro 7.

		O professor **não** deve incentivar a autonomia dos alunos			Total
		Concordo	Discordo	NTO	
O PBL permite ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de um problema	Concordo	4	**32**	3	39
	Discordo	0	1	0	1
	NTO	0	0	1	1
Total		4	33	4	41

Quadro 7 – Relação entre autonomia e PBL.

Além disso, 73% desses alunos consideram que o fato de o professor incentivar a autonomia dos alunos representa um aspecto importante, tendo em vista que um dos grandes problemas da escola tradicional é sua falta de iniciativa de propor situações nas quais os alunos utilizem seus interesses e conhecimentos prévios para apoiar a aprendizagem, tais dados estão representados no Quadro 8. BENSON (2006) apud RUÉ (2009, 165) confirma a concepção dos alunos ao afirmar que,

> O desenvolvimento da autonomia na aprendizagem se baseia em outras habilidades ou capacidades que os alunos já têm. Nesse caso, é preciso reativá-las – assim como usar certas atitudes pessoais – e aperfeiçoar determinados níveis delas, para que se possa exercê-las significativamente.

O aluno A8 expressa esse concepção, ao dizer que "*o professor tem o dever de estimular a autonomia, sendo assim ele vai estimular a opinião, o olhar crítico, levará o indivíduo a resolver problemas sozinho*".

		O professor **não** deve incentivar a autonomia dos alunos			Total
		Concordo	Discordo	NTO	
Um dos grandes problemas das escolas é que não levam em consideração os interesses e conhecimentos prévios dos alunos	Concordo	4	**30**	3	37
	Discordo	0	2	0	2
	NTO	0	1	1	2
Total		4	33	4	41

Quadro 8 – Relação entre autonomia e conhecimentos prévios.

Ao analisar as falas dos alunos, um traço interessante se tornou evidente: o termo "correr atrás" foi bastante empregado para designar que **o PBL oferece a oportunidade de uma busca mais autônoma pelo conhecimento** necessário para a resolução dos problemas que apareciam. O termo é uma derivação da expressão popular "correr atrás do prejuízo". Analisando-a de forma literal, "correr atrás" significa que algo foi perdido, ou nunca se teve, e que devemos desenvolver estratégias para atingir um determinado objetivo. No contexto das falas dos alunos, o "correr atrás", além de expressar a autonomia, também, implicitamente, revela que eles perderam, ou nuca tiveram, uma postura autônoma em suas vidas acadêmicas e que, agora, necessitam retomar ou desenvolver tal postura. Quando um aluno diz: "*Foi possível aprender a "correr" atrás do conhecimento e não esperar passivamente do professor*" (A27) ele está dizendo que tal postura é nova para ele, sendo exercitada apenas no ensino superior, o que acarreta dificuldade, como pode ser confirmado na seguinte fala: "*em cada problema dado tivemos de tomar uma postura de "correr atrás" das soluções, estudar cada dificuldade para adquirir o conhecimento necessário e também habilidades*" (A23). Para eles, a busca, a análise e a aplicação do conhecimento de forma autônoma é a coluna vertebral do PBL: "*no PBL o aluno tem que correr atrás do estudo"* (A18), "*correr atrás da resolução dos problemas implica diretamente em um melhor aprendizado*" (A16).

As percepções dos alunos ratificam que eles encaram o desenvolvimento pessoal como um desafio, pois o PBL possibilitou "*encarar problemas como desafios e estimular a autoaprendizagem*" (A11), além disso, demonstram uma atitude perseverante na aquisição de conhecimentos voltados para a resolução de um problema: "*No método PBL, o aluno não tem tempo de ficar "escorando' no professor, tem necessidade de estudar, e se não entender, é quase que obrigado a perguntar e a pesquisar por outras fontes*" (A6).

Confirmando o referencial teórico proposto por RUÉ (2009, p. 168), ficou evidente que a estratégia do PBL não teve o mesmo efeito para todos os alunos no sentido de favorecer a autonomia. Observando o Gráfico 7, que representa as frequências absolutas de respostas dos alunos para questões referentes à autonomia de aprendizagem, notamos que há quatro alunos (9,75%) que não enxergam a necessidade de a autonomia ser incentivada pelo professor. Os alunos com postura menos autônoma na condução da sua própria aprendizagem argumentam que os "*Conceitos mais complicados e sofisticados se tornam muito difíceis para sua única autoaprendizagem*" (A11). Outras falas semelhantes refletem certa resistência em correr riscos e cometer erros na busca pelo conhecimento, sobretudo, se a atividade está centrada no aluno, como é o caso do estudo autônomo.

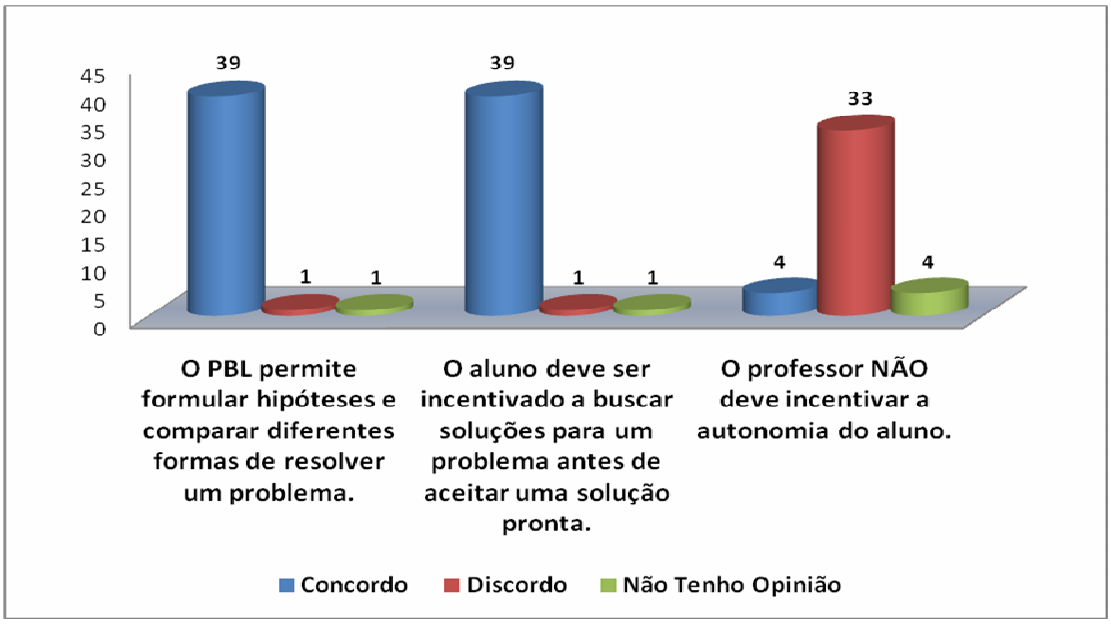


Grafico 6 – Questões referentes à autonomia de aprendizagem.

Se, por um lado, alguns alunos relacionam a aprendizagem autônoma com a aprendizagem de conceitos; por outro, **a autonomia também é relacionada à capacidade de aprender a aprender**: "*A realização deste trabalho foi bastante satisfatória pelo fato de o grupo ser responsável pela aprendizagem do próprio grupo, ou seja, aprendendo a aprender. Acredito que é isso que o método PBL nos trouxe de bom*". Assim se expressou a aluna A5 em seu relatório sobre o processo de resolução do problema 1.

Por conseguinte, **é possível inferir que a autonomia proporcionada pelo PBL vai além de uma atitude ou habilidade única, está mais relacionada a uma competência, na qual a atitude autônoma articula-se com as condições contextuais e com as capacidades dos alunos**: "*o aluno tem a liberdade de construir seu conhecimento da forma que lhe é mais fácil de ser aprendido. Tornando-o mais independente, conseguindo fazer o aluno superar as dificuldades*" (A37).

Este estudo deixou claro que todos os alunos possuem certo grau de autonomia e as condições contextuais de aprendizagem, juntamente com os interesses e as capacidades pessoais, são responsáveis por elevá-la ou diminuí-la. Dessa forma, posso dizer que, durante as aulas com o PBL, os alunos tiveram a oportunidade de decidir sobre os vários aspectos da aprendizagem. A autonomia foi potencializada em condições contextuais que os conduziam a determinar os objetivos da aprendizagem, a definir o conteúdo, a selecionar os meios para obter as informações e a avaliar o conhecimento adquirido e a forma como eles utilizaram tal conhecimento. Por fim, concluo que o PBL, do modo como foi aplicado nesta intervenção, foi responsável por, durante as aulas, desenvolver no educando a competência da autonomia em

conduzir sua aprendizagem. Tal conclusão é confirmada pelos alunos e pelos referenciais teóricos utilizados neste estudo.

8.6. Legitimação do PBL (Avaliação dos alunos)

Os itens destacados nesta seção têm o objetivo de verificar o grau de legitimidade conferido ao PBL pelos alunos, no sentido de validá-lo como uma metodologia capaz de promover o ensino e a aprendizagem. Para tanto, serão analisadas as seguintes categorias relacionadas à legitimação do PBL pelos alunos:

- Contato Inicial com o PBL;
- Aspectos Positivos do PBL;
- Aspectos Negativos do PBL;
- O uso do PBL em outras Disciplinas;
- O PBL e o Método Tradicional.

8.6.1. Contato Inicial com o PBL

Para observar quais elementos contribuíram para que os alunos legitimassem ou não o PBL como uma metodologia de ensino e aprendizagem, convém analisar, em um primeiro momento, como ocorreu o primeiro contato dos alunos com a metodologia. Esta seção busca apenas resumir o contato inicial dos alunos com o PBL. Uma vez que o tema se encontra detalhado na seção *7.1 O Início do Processo PBL*. Para tanto, está análise observará de forma sucinta como os alunos reagiram aos novos papéis de aluno e de professor e também à nova dinâmica de aprendizagem proposta pelo PBL.

As falas dos alunos demonstram que, após anos de escolaridade em uma metodologia tradicional, **em um primeiro momento o PBL causou certo estranhamento**: **"***Essa metodologia (PBL) foi algo novo em relação as outras matérias, pois inicialmente era dado o problema e os alunos não tinham (inicialmente) conhecimento suficiente. A partir daí, os mesmos "corriam" atrás de uma maneira para resolvê-lo, adquirindo assim conhecimento.*" (A22). O estranhamento destacado pela aluna A22 foi realçado em função de o PBL ter sido utilizado nesta intervenção em seu formato parcial (aplicação em uma única disciplina de um

currículo tradicional). Dessa maneira, para os alunos era algo novo "correr atrás" do conhecimento, porque as outras disciplinas não cobravam deles essa postura. O fato de o PBL impelir os alunos a assumir uma atitude mais ativa com relação à aprendizagem levou-os, inicialmente, a encarar a metodologia como uma forma desagradável de aprender: "*Acho que no começo parecia meio chato, mas depois foi mostrando que é necessário!*" (A03).

Em razão de não haver no PBL um professor para determinar o conteúdo a ser aprendido ou para estabelecer diretamente as relações entre esses conteúdos, **os alunos observavam a atuação do professor com certa desconfiança**: "*No começo das aulas eu achei que o prof. era meio preguiçoso e não queria dar aula e também não conseguia ver a computação relacionada com a Química, mas assim que resolvi o primeiro problema, e conheci melhor o método PBL, mudei totalmente meu pensamento e vi que é possível sempre que precisar usar esse método, ajustando-o para cada disciplina.*" (A38). A aluna A38 complementa sua ideia ao dizer: "*o professor precisa estar sempre a disposição do aluno como TUTOR para as dúvidas mais complexas*", expressão que demonstra a legitimação da atuação do professor no PBL como um tutor. Tal opinião está de acordo com a teoria, pois segundo DELISLE (2000, P. 35), o professor no PBL é mais um recurso para a aprendizagem, ou seja, é responsável por clarificar algumas ideias ou sugerir percursos de ação, sem jamais fornecer a resposta.

Além disso, todo o desequilíbrio com relação à dinâmica de aprendizagem proposta pelo PBL levou os alunos, inicialmente, a não acreditar em sua efetividade, ou seja, o caráter de novidade do PBL aliado à alteração de papéis e atividades, profundamente estabelecidas na cultura educacional em que sempre estiveram imersos durante anos, alimentou **a percepção de que o que estavam fazendo não poderia dar certo**. Esta percepção está de acordo com SÁ (2001a, p. 209) para quem um dos principais argumentos da linha de resistência ao PBL reside na máxima **"por que consertar o que não está quebrado?"**. Todavia, após a resolução do primeiro problema a aluna A35 relatou: "*O método PBL, é algo que a princípio não parece render bons resultados, mas após aplicá-lo em uma situação problemática atinge e supera as expectativas, aproxima quem participa da resolução dos problemas, facilitando a resolução.*" (A35). Ou seja, segundo os alunos **a construção de uma aprendizagem significativa acontece ao percorrer o caminho e não apenas na chegada**: "*os alunos muitas vezes no início não compreendem a funcionalidade da metodologia e acabam desprezando/ignorando e com isso se desanimando e realizando um trabalho ruim e sem interação com o grupo.*" (A05).

Logo, conclui-se que o PBL, da forma como foi aplicado nesta intervenção, trouxe, inicialmente, um desconforto para os alunos. Porém, o efeito foi diminuindo gradualmente à medida que os alunos resolviam os problemas e **observavam que não eram necessárias aulas expositivas para que ocorresse a aprendizagem** dos conteúdos e que eles mesmos, não somente o professor, poderiam ser os agentes centrais no processo de aquisição de conhecimentos.

8.6.2. Aspectos Positivos do PBL

Antes de elencar os aspectos positivos que os alunos destacaram no PBL é importante quantificar o grau de satisfação da metodologia pelos alunos. Nessa direção, posso afirmar com certeza que o PBL, da forma como foi empregado nesta pesquisa, obteve entre os alunos um excelente grau de satisfação, pois 35 alunos (85,3%) avaliaram positivamente a metodologia e, além disso, eles próprios, os 35, observaram vantagens no PBL. Mesmo os 5 alunos (12,2%) que avaliaram o PBL negativamente consideram que há vantagens na metodologia, como podemos observar no Quadro 9.

		Há vantagens na metodologia PBL?		Total
		Não	Sim	
Qual sua avaliação sobre a metodologia PBL?	Negativa	0	5	5
	Positiva	1	35	36
Total		1	40	41

Quadro 9 – Relação entre a avaliação do PBL e vantagens na metodologia.

De acordo com esses dados, é possível inferir que o PBL é legitimado pela grande maioria dos alunos (97,5%) como uma metodologia que traz vantagens para o ambiente educacional. Tais vantagens devem ser entendidas como as características do PBL que podem ser usadas em uma disciplina inteira ou apenas em alguns momentos pontuais da disciplina.

Uma das vantagens observadas pelos alunos se refere ao modo como foram avaliados no processo PBL, tendo em vista que o desempenho dos alunos foi avaliado desde a entrega do problema até a apresentação da resolução escolhida. As seguintes falas esclarecem o motivo de os alunos destacarem o modo de avaliação como uma vantagem do PBL: "*o PBL "explora" o aluno por completo, não apenas sendo avaliado em uma noite em que pode não estar bem tanto psicológica quanto fisicamente.*" (A11) e "*a metodologia PBL atende todos*

os perfis dos alunos, sendo a forma mais justa de avaliação" (A30). Ambas as falas consideram que o ponto alto da avaliação realizada no processo PBL foi ter ido além de instrumentos generalizados para todos os alunos. Segundo os alunos, **a avaliação ocorreu de forma mais sistêmica e personalizada**. A percepção dos alunos está em conformidade com a literatura, dado que para SÁ (2001b, p. 186) "O processo de avaliação do aprendizado é peça central para o sucesso de um programa de ensino baseado em problemas.". Assim, à medida que o modo de avaliação no PBL é considerado um sucesso, consequentemente também será destacado como uma vantagem da metodologia. DELISLE (2000, p. 45) atribui esse fenômeno ao fato de que no processo de avaliação no PBL,

> O professor acompanha a compreensão e o resultado do aluno, alterando a aula e as instruções de acordo com o acompanhamento. Presta particular atenção às capacidades que os alunos revelam na reflexão sobre cada um do passos da resolução dos problemas, no nível de auto-orientação deles e na capacidade que têm para trabalhar em conjunto. Acresce o fato de o professor monitorizar o domínio dos conteúdos, bem como o desenvolvimento dos alunos nas competências selecionadas.

Desse modo, o PBL é legitimado pelos alunos como uma metodologia que possibilita **uma forma mais justa de avaliação**. O termo "justo" é utilizado pelos alunos em suas falas com apelo fortemente emocional, o que demonstra que a forma de avaliação é algo extremamente relevante para os alunos, como destaca a fala do aluno A17: "*Creio que a metodologia PBL tem um critério de avaliação mais justo em comparação com outras disciplinas, pois "força" o aluno a aprender o conteúdo e desenvolver ideias sobre como resolver problemas, além de vários critérios de avaliação (não simplesmente provas que não avaliam corretamente o conhecimento do aluno).*" (A17).

O desafio de se desenvolverem intelectualmente em equipes levou os alunos a encarar o trabalho em grupo e as interações na sala de aula como vantagens proporcionadas pelo PBL. O trabalho em grupo, etapa fundamental do processo PBL, é visto pelos alunos como um facilitador da aprendizagem: "*Acredito que ajuda muito na discussão em grupo; é uma metodologia boa para conseguir uma boa interação e dinâmica.*" (A41). A satisfação com o trabalho em grupo também é destacada nos seguintes trechos: "*As vantagens são diversas, mas as principais são a inter relação tanto aluno-aluno quanto aluno-professor.*" (A04) e "*Na minha opinião a principal vantagem foi a busca do conhecimento pelo grupo, e a troca de informações que esta metodologia nos possibilita.*" (A22).

O fato de o PBL instigar os alunos a aprender através da participação ativa na resolução de problemas autênticos fez com que os alunos considerassem **o poder de contextualização do PBL** como uma vantagem da metodologia: "*o PBL permite um*

aprendizado, onde o aluno compreende o assunto, já aplicando-o." (A12). Essa expressão está de acordo com a teoria no que se refere às vantagens que os alunos atribuem ao PBL, visto que a integração dos conteúdos escolares com a futura atuação profissional é comumente encarada pelos alunos como um aspecto positivo do PBL (RIBEIRO, 2008, p.68). Desse modo, **a aplicabilidade dos conceitos da disciplina de computação em problemas voltados ao cotidiano do curso de Licenciatura em Química** é vista como uma vantagem pelos alunos, como podemos confirmar na seguinte fala: "*Concluí, não só nesse problema, mas em todos realizados até agora, que esse método é um modo excelente de desenvolver a nós, alunos do curso de licenciatura em química, raciocínio e conhecermos maneiras diferentes de ensinarmos química aos nossos alunos, não só dando aulas monótonas, mas sim com atividades diferentes que interessem aos alunos e os façam aprender mais.*" (A17).

No entanto, a vantagem mais amplamente destacada pelos alunos diz respeito **à ênfase que o PBL confere à aprendizagem do aluno**: "*A metodologia PBL tem como vantagem enfatizar o aprendizado e facilitá-lo muito mais.*" (A23) e "*O PBL é mais completo em relação ao aprendizado do aluno.*" (A30). Ainda no que se refere aos efeitos do PBL na aprendizagem, os pontos positivos mais citados pelos alunos foram:

- Raciocínio lógico: "*os desafios que vivenciamos nos problemas servem para nos manter atentos e desenvolvermos novas formas de raciocínio que nos permitem chegar a um raciocínio lógico.*" (A10).
- Interesse: "*melhora o desenvolvimento do conteúdo, despertando o interesse do aluno e despertando o senso crítico.*" (A08).
- Comunicação: "*O método PBL de ensino que o professor está trabalhando conosco nos possibilitou na primeira aula, após a entrega do problema, termos o que ele chamou de "chuva de ideias".*" (A27).
- Pensamento crítico: "*o PBL incentiva o aluno a construir um pensamento crítico e habilidade de compreensão, ler e interpretar o problema e conseguir elaborar sugestões para resolução.*" (A36).

8.6.3. Aspectos Negativos do PBL

Inicio esta seção informando que os pontos negativos que os alunos mencionaram na metodologia PBL dizem respeito ao PBL do modo como foi implantado nesta intervenção. Por conseguinte, devem ser consideradas as especificidades do PBL utilizado neste estudo.

Analisando o Quadro 10 podemos notar que 31 alunos observaram no PBL aspectos que não lhes agradaram. Um fato curioso é que 83,9% desses 31 alunos que destacaram desvantagens no PBL também avaliaram positivamente a metodologia (26 alunos). Essa estatística é interessante, uma vez que, em um primeiro momento, pode parecer contraditório os alunos terem avaliado bem o PBL e ainda assim observarem desvantagens em seu desenvolvimento. Todavia, quando se analisam as desvantagens apontadas, identifica-se um forte interesse dos alunos em melhorar a metodologia. Desse modo, as desvantagens, ou aspectos negativos do PBL, são enfatizados pelos alunos com o objetivo de refinar um modelo de aprendizagem que obteve uma boa aceitação entre eles.

		Há desvantagens na metodologia PBL?		Total
		Não	Sim	
Qual sua avaliação sobre a metodologia PBL?	Negativa	0	5	5
	Positiva	10	26	36
Total		10	31	41

Quadro 10 – Relação entre a avaliação do PBL e vantagens na metodologia.

Os alunos mencionaram como um ponto negativo do PBL o fato de que as aulas se tornaram trabalhosas com o transcorrer da disciplina: "*Torna as aulas cansativas às vezes*" (A01). Segundo a concepção dos alunos, as aulas ficaram extenuantes em função de o cenário dos problemas (escola de Oliveira de Fátima) ter permanecido inalterado nas quatro situações-problema apresentadas: "*Foi cansativo lidar sempre com as mesmas situações, acho que foi muito repetitivo*" (A03). Além disso, o próprio caráter de repetição de atividades, inerente ao PBL, levou os alunos a afirmações como: "*Creio que se houver alguma desvantagem* [no PBL] *seja apenas na quantidade de detalhes cobrados em cada problema*" (A17). Para os alunos, a rotina de atividades do PBL, tais como a discussão, o preenchimento do Quadro Referencial (ANEXO II), a autoavaliação, entre outras, **perderam o *status* de novidade a partir do segundo problema e se aproximaram de tarefas a serem cumpridas**. É importante ressaltar que a crítica dos alunos se refere à repetição das atividades em cada

situação-problema apresentada. De forma alguma, disseram que a própria aprendizagem, estimulada pelos problemas, ocorria de forma repetitiva.

A questão do tempo disponível para realizar os trabalhos na metodologia PBL também foi largamente destacada pelos alunos como um aspecto negativo do PBL. Esta percepção dos alunos está de acordo com as pesquisas que investigam a implantação do PBL, pois a relação do tempo com a carga de trabalho é relatada pela literatura (RIBEIRO, 2008, p. 71) como um ponto negativo comumente destacado pelos alunos. Uma das justificativas que os alunos deram para apontar a questão do tempo como um ponto negativo do PBL foi a dificuldade em organizar o tempo dedicado aos seus compromissos pessoais e aos seus compromissos acadêmicos em uma metodologia como o PBL: "*Pra mim a maior desvantagem seria o tempo, pois o PBL exige pesquisa, o que não seria ruim, mas como trabalho foi um dos quesitos que atrapalhou meu desempenho.*" (A14). **Para além dos compromissos pessoais, os compromissos acadêmicos de outras disciplinas também contribuíram para a dificuldade na administração do tempo**, como podemos verificar na fala do aluno A37: "*o PBL faz com que o aluno deixe de se aplicar em todas as matérias para se aplicar somente na que usa esse método.*" Ainda nessa perspectiva o aluno A01 relatou: "*é uma metodologia mais fácil de trabalhar em grupo, porém acredito que ela é mais trabalhosa consome mais tempo do que as disciplinas comuns.*". As falas dos alunos A37 e A01 se completam, visto que em função de o PBL ser mais estimulante, sobretudo, porque os problemas são dos alunos enquanto pessoas e não apenas enquanto alunos. Desse modo, é compreensível que o aluno detenha mais atenção e dedique mais tempo a algo que inquiete a si mesmo e aos seus pares.

Assim, muitos alunos consideraram insuficiente o tempo médio de três semanas para a resolução de um problema: "*creio que p/ uma aprendizagem mais efetiva, deveria se ter um tempo maior.*" (A22). A aluna A22, confirmando o interesse dos alunos em propor melhorias para os pontos negativos do PBL, sugeriu: "*Talvez dar uma quantidade de problemas a menos e também um tempo maior e mais significativo p/ desenvolver um trabalho melhor.*" (A22).

Como bem destaca RIBEIRO (2008, p. 72), a cultura positivista das Instituições de Ensino não prepara os alunos para administrar o tempo disponível para a divisão e o compartilhamento de tarefas, em especial, quando eles detêm pouca informação sobre como conduzir a tarefa: "*quando não sabemos nada do assunto, temos de aprender e depois resolver. E isso leva um certo tempo.*" (A10). A percepção do tempo como um fator negativo do PBL que os alunos manifestaram também tem a ver com a metodologia essencialmente

instrucionista em que eles estiveram inseridos durante boa parte de suas vidas acadêmicas: "*a desvantagem do PBL é o tempo que se gasta para aprender uma única coisa, quando poderia alguém te ensinar (o professor).*" (A34).

Contudo, **o aspecto negativo mais destacado pelos alunos dizia respeito à imprecisão ou confusão com relação à aprendizagem dos conteúdos**. Para os alunos, há no PBL uma sensação constante de que o aprendizado não atinge sua totalidade, parece sempre faltar alguma coisa: "*Eu acho que a metodologia PBL é boa, no entanto eu acho que não se aprende tudo do assunto*" (A04). Talvez essa visão se deva ao fato de que em uma metodologia tradicional, o professor determina o conteúdo do aprendizado e, implicitamente, informa aos alunos se o conteúdo foi totalmente aprendido ou não. Já no PBL, é tarefa do aluno determinar as fontes de informação e avaliar se o aprendizado do conteúdo foi suficiente para resolver o problema.

A necessidade de uma atuação mais reguladora por parte do professor fez com que o aluno A13 afirmasse que uma desvantagem do PBL é: "*A perda da autoridade do professor em sala*". Nesse âmbito, as falas dos alunos A34 e A28 discorrem subjetivamente sobre **a falta de alguém responsável por direcionar a aprendizagem**: "*nunca uma matéria é totalmente aprendida, pois é difícil identificar quando a fonte onde você busca o conhecimento é segura ou não.*" (A34). "*Acho que a única desvantagem da metodologia PBL é que algumas dúvidas que temos podem não ser esclarecidas.*" (A28). Ainda no que se refere à aprendizagem, os alunos disseram que **a importância dada aos conhecimentos prévios na resolução de um problema** constitui uma dificuldade no PBL: "*Quando não há base alguma sobre o conteúdo, os alunos ficam um pouco desorientados no início*" (A12) e "*para os alunos leigos nos temas propostos talvez seja mais difícil pesquisar sobre o assunto ou matéria proposta.*" (A26).

Concluo que as desvantagens mencionadas pelos alunos parecem ser derivadas de uma cultura educacional bastante instrucionista e profundamente arraigada aos hábitos escolares dos alunos. Tal inferência é confirmada com a frase do aluno A38, que visando a melhorar o PBL idealiza um modelo muito semelhante ao modelo tradicional de ensino: "*o professor poderia mostrar o exemplo de como resolver os problemas pelo método PBL para aqueles alunos que nunca viram esse método, porque é capaz dele achar meio surreal essa ideia de aprendizagem.*" (A38).

8.6.4. O Uso do PBL em Outras Disciplinas

Esta seção tem por objetivo analisar as opiniões dos alunos no tocante ao uso do PBL em outras disciplinas que não a de computação. É de fundamental importância verificar se o PBL é validado também em outras disciplinas para poder mensurar o nível de legitimidade que os alunos conferem ao PBL como uma metodologia passível de ser empregada no dia-a-dia das instituições de ensino.

Como podemos observar no Gráfico 7, a maioria dos alunos (63,4%) consideram que **o PBL é um modelo de ensino e aprendizagem que pode sim ser utilizado em qualquer disciplina curricular**. O aluno A12, ao justificar a opinião da maioria, demonstra uma visão progressista de aprendizagem: "*O PBL está baseado na construção do conhecimento. Qualquer disciplina poderá utilizá-lo.*" (A12). Nessa mesma perspectiva, a aluna A07 diz que o uso do PBL "*auxiliaria todas as disciplinas, tornando os alunos ativos na construção do conhecimento.*" (A07).

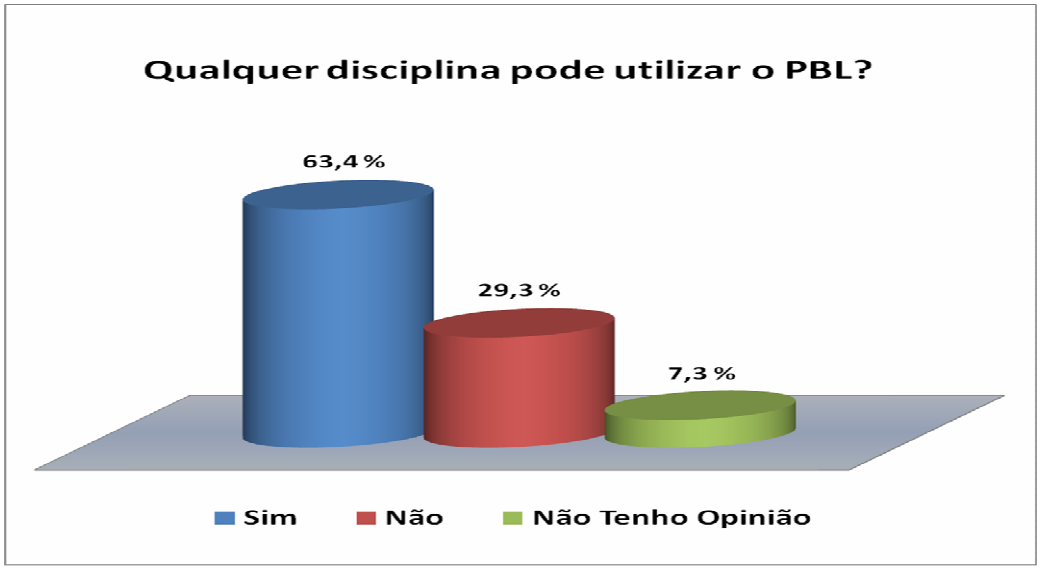


Gráfico 7 – Uso do PBL em outras disciplinas.

É interessante notar que **os alunos validam o uso do PBL em outras disciplinas em função de sua característica de proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem mais ativa**. Em consequência, a justificativa dos alunos para a legitimação do PBL em outras disciplinas está de acordo com a definição técnica que DEWEY (1959b, p. 83) nos fornece sobre a educação,

> É uma reconstrução ou reorganização da experiência, que esclarece e aumenta o sentido desta e também a nossa aptidão para dirigirmos o curso das experiências subseqüentes.

Demonstrando que as outras disciplinas utilizam métodos que se distanciam da visão de educação proposta por Dewey, o aluno A24 sugere: "*acredito que a metodologia do PBL deve ficar como exemplo para as demais disciplinas.*" (A24). Para DEWEY (1959b, p.169) o aspecto mais relevante de uma experiência educativa é a qualidade do problema implicado nessa experiência, ou seja, a experiência deve fornecer ao aluno problemas que o estimulem a percorrer um caminho, quando os rumos ainda não estão definidos. Nessa direção, o aluno A04 valida a aprendizagem baseada em problemas ao dizer que "*todas as disciplinas oferecem alguma dificuldade que pode ser trabalhada em um problema.*" (A04). No PBL **uma dificuldade inerente a uma disciplina deixa de ser uma barreira intransponível para se converter em um problema cuja resolução envolve profundamente as capacidades do aluno**. Em decorrência, podemos inferir que os problemas utilizados nesta intervenção fizeram com que os alunos observassem que o PBL também pode trabalhar com problemas de diferentes assuntos em várias disciplinas: "*Este método é muito flexível e versátil, assim pode com certeza, adaptar-se a qualquer assunto*" (A11).

No entanto, os mesmos alunos que legitimam o uso do PBL em outras disciplinas também lembraram que **o PBL não deve ser utilizado à revelia, há que se ter critérios em sua implantação**. Para eles, os problemas devem contemplar as especificidades das matérias de estudo e ainda assim serem significativos para os alunos: "*adequando os problemas à matéria, todos podem aplicar o método PBL.*" (A23) e "*aplicando o PBL e ajustando as necessidades de cada disciplina, auxiliaria e muito no aprendizado*" (A30). Segundo os alunos, o sucesso do PBL em uma determinada disciplina depende da decisão do professor no que se refere aos conteúdos e objetivos educacionais que deverão ser enfocados por um problema, pois "*é necessário que ele tenha paciência para preparar e adequar os temas.*" (A27). A importância que os alunos atribuem ao professor na implantação e condução do PBL está em concordância com DELISLE (2000, p. 22), para quem o professor deve,

> (...) familiarizar-se profundamente com o tema e com todo o conteúdo prescrito, fazendo uma revisão das matérias, tendo em vista questões, informações e resultados que possam constituir-se como bons problemas.

Na outra ponta da legitimação do PBL em outras disciplinas, 29,3% dos **alunos acham que o PBL não é uma metodologia válida para ser utilizada em todas as disciplinas, sobretudo disciplinas cujos conteúdos envolvam cálculos**: "*seria impossível ter PBL em matérias como química geral e cálculo; imagina aprender limite sem aulas*

teóricas?" (A13). A aluna A32 considera que o PBL deve ser empregado em disciplinas "fáceis" que não exijam raciocínio lógico-matemático: "*acho que as matérias de exatas não há como utilizar PBL, pois o grau de dificuldade é maior.*" e completa seu pensamento da seguinte forma: "*Para a disciplina de computação foi ideal e para as outras disciplinas não funcionaria, a metodologia usada para as outras, estão ideais assim*" (A32).

Suponho que esta percepção dos alunos contrários ao uso do PBL em disciplinas que envolvam cálculos se deva ao fato de que o PBL aborda um conteúdo de estudo de forma contextualizada, ao passo que, frequentemente, as atividades que envolvem conteúdos matemáticos na sala de aula dedicam muito mais tempo à solução de exercícios do que à solução de problemas matemáticos (ECHEVERRÍA, 1998, p. 48). Dessa maneira, a matemática é vista pelos alunos como a consolidação de técnicas utilizadas apenas no contexto escolar, ou seja, a matemática está "aprisionada" na escola e não aborda dilemas reais presentes no cotidiano (TEIXEIRA, 2004, p.11). Por terem relativo sucesso em memorizar os processos matemáticos e aplicá-los mecanicamente no momento oportuno esses alunos não legitimam o PBL como metodologia empregada em disciplinas que abarquem cálculos: "*O PBL não pode ser utilizado em qualquer disciplina. Existem matérias decorativas.*" (A39).

Contudo, convém relatar que a aceitação do PBL em outras disciplinas pela maioria dos alunos explica-se pelo fato de que os alunos consideram que os objetivos da disciplina foram atingidos com o PBL, assim, os objetivos de outras disciplinas também podem ser atingidos com o uso da mesma metodologia. Pois, dos 36 alunos que consideram que os objetivos da disciplina foram alcançados mediante o PBL, 24 deles (66,7%) consideram também que a metodologia pode ser utilizada em outras disciplinas, que não apenas a de computação, como podemos observar no Quadro 11.

		Você acha que qualquer disciplina pode utilizar o método PBL no processo de ensino e aprendizagem?			Total
		Não	NTO	Sim	
Os objetivos da disciplina (conhecimentos, habilidades e atitudes) foram alcançados?	Não	1	2	2	5
	Sim	11	1	24	36
Total		12	3	26	41

Quadro 11 – Relação entre objetivos da disciplina e uso do PBL em outras disciplinas.

8.6.5. PBL e a Metodologia Tradicional

Uma pesquisa que busca, entre outros objetivos, analisar a legitimação do PBL pelos alunos como uma abordagem educacional capaz de promover a aprendizagem deve observar como os alunos comparam o PBL com o método tradicional de educação. Pois o referencial de educação desses alunos é o referencial tradicional, assim não há como não comparar tais abordagens. Todavia, não tratarei aqui de verificar qual a melhor abordagem, mas definir quais os elementos que levam os alunos a colocar, ou não, o PBL no mesmo patamar do método tradicional já socialmente legitimado.

No que se refere ao uso, nesta seção, do termo *método tradicional* em lugar do termo *método convencional*, a escolha se deve ao fato de que o termo *convencional* me remete a algo amplamente discutido e aceito pela sociedade, ou seja, uma norma de ação que é convencionada por todos como a melhor opção. Já o termo *tradicional* implica realizar uma ação que culturalmente sempre foi realizada e não porque é a melhor opção, ou seja, são tradições transmitidas de geração para geração. A fala da aluna A16 ilustra essa percepção de que a abordagem educacional comumente utilizada nas instituições justifica-se mais por ser parte de uma tradição social comum do que por ter sido convencionada mediante a reflexão da sociedade: "*Temos que deixar o ensino mais atrativo ou logo não teremos mais alunos indo para a escola para aprender e sim alunos que vão por questão de "cultura" onde só vão porque seus pais foram e seus avós também.*" (A16). Nesse âmbito, o educador Seymour Papert em um debate com Paulo Freire afirma que a escola e o acervo do saber são usados pelas estruturas sociais como base para todos os tipos de conservadorismos e políticas opressivas e que os alunos precisam de instrumentos que os ajudem a rejeitar a opressão e a manter a curiosidade e o senso do seu próprio poder intelectual (FREIRE; PAPERT, 1995).

Acerca do tradicionalismo nos métodos educacionais, o aluno A12 reflete: "*outras metodologias, consiste basicamente em decorar o assunto.*" e completa "*no PBL consegui fixar melhor do que no método convencional.*" (A12). A percepção do aluno A12 evidencia a dicotomia que os alunos estabelecem entre o método tradicional e o PBL. Mas não só isso, o aluno demonstra também que rejeita a ideia do conteúdo de aprendizagem ser encarado como um fim em si mesmo. E embora utilize o termo "*fixar*" para representar a aprendizagem do conteúdo, a conotação que confere ao termo **tem mais a ver com uma internalização do que com a simples memorização do conteúdo**.

A problemática do modo como os conteúdos são tratados na abordagem tradicional foi a grande questão levantada pelos alunos para a legitimação do PBL: "*as metodologias usadas*

em outras disciplinas são cansativas, pois impões aos alunos os conceitos." (A07) e "*as outras disciplinas usam o mesmo método rotineiro de sempre, basicamente, "jogar" a matéria, comentar e cobrar na prova.*" (A35). As falas apontam a insatisfação com o método tradicional que, segundo eles, cerceia a liberdade de observação, o julgamento e a significação dos conteúdos pelos alunos. Por outro lado, **os alunos atribuem ao PBL características que fazem com que se posicionem de forma mais autônoma frente aos conteúdos**: "*Na metodologia PBL, nós vamos em busca das respostas dos nossos problemas e já a metodologia usada nas outras disciplinas o professor impõe o conteúdo e mostra o caminho para solucionar o problema.*" (A08). A percepção discente encontra eco na teoria de DEWEY (1971, p. 73-74), para quem,

> Tudo que possamos chamar de estudo, seja aritmética, história, geografia ou algumas das ciências naturais, há de derivar de materiais que inicialmente se encontrem dentro da área de experiência da vida comum. Neste aspecto, a educação nova contrasta radicalmente com os procedimentos tradicionais, que começam por fatos e verdades que estão fora da ordem de experiência dos que vão estudar, os quais portanto, têm o problema de descobrir modos e meios de trazê-los para dentro de sua experiência. Foi, sem dúvida, uma das principais causas do sucesso dos novos métodos na educação elementar a observância do princípio contrário.

Embora haja no PBL a repetição de passos para a resolução de problemas, como há em outras metodologias, isso não significa que as questões e os problemas que se apresentam aos alunos também se repetem. Essa observação é subsidiada em razão do "elemento surpresa" ser uma constante na resolução dos problemas. Dessa maneira, em comparação ao método tradicional, os alunos consideram o PBL bastante estimulante para a aquisição de conhecimentos: "*As outras disciplinas são trabalhadas com slides, exercícios, relatórios, contas. E em computação, o modo PBL nos faz buscar conhecimento*" (A10).

No entanto, apesar de qualquer posição mais progressista de educação demonstrada pelos alunos, muitos deles **não descartaram a necessidade de aulas expositivas e uma postura mais reguladora por parte do professor**, como se pode observar nas seguintes falas: "*é um bom método, mas acho que falta um professor na frente da sala explicando alguma coisa.*" (A25), "*Algumas disciplinas precisam ser passadas por alguém.*" (A21) e "*Seria interessante se o professor desse uma visão geral da matéria antes dos alunos começarem as pesquisas. Acho que a explicação do professor seria interessante.*" (A26). Essas falas talvez se devam ao fato de que para os alunos o ensino por transmissão direta pelo professor é mais simples, porque há um sentimento de certeza, quando um conteúdo é terminado, e, mesmo que a matéria não tenha sido aprendida, têm-se a sensação de tarefa desempenhada. Já em uma metodologia ativa como o PBL, a incerteza permeia grande parte

do processo de aprendizagem e, a dificuldade que os alunos têm em determinar por si mesmos se aprenderam ou não um conteúdo, gera uma percepção de incompletude do PBL.

Nessa perspectiva, alguns alunos defenderam uma mescla do PBL com o método tradicional: "*Mesclar o PBL com aula teórica seria uma boa.*" (A13) e "*As aulas expositivas ajudam os alunos a estarem por dentro da matéria. A resolução de problemas ou trabalho em grupo é bom para colocar em prática o que foi ensinado.*" (A41). É possível que os alunos, **mesmo percebendo a efetividade do PBL em proporcionar a aprendizagem, necessitem ainda de um elemento que faça com que esta abordagem se aproxime mais do método de ensino e aprendizagem tradicionalmente validado por eles**.

Por fim, concluo que o PBL, do modo como foi implantado nesta intervenção, é legitimado pelos alunos como uma metodologia responsável por promover a aprendizagem de algoritmos e conteúdo computacionais, mas uma ressalva deve ser feita: ainda é muito forte a representação social que os alunos possuem acerca do que é um método de ensino e aprendizagem, uma vez que tal representação privilegia o paradigma do ensino tradicional em detrimento de qualquer outro. Porém, **notei que os alunos se atentaram para a necessidade de uma postura mais autoregulada com relação à sua aprendizagem**, efeito que, mesmo subjetivamente, legitima a necessidade de uma educação progressiva. Dessa maneira, **ainda que esta intervenção não tivesse garantido os excelentes resultados já apresentados em seções anteriores, apenas o fato de ter despertado nos alunos, futuros professores, o vislumbre da possibilidade de mudança na educação já seria motivo suficiente para justificar sua realização**. Para corroborar tal percepção, transcrevo a fala da aluna A42 que, um ano depois de ter estudado com o PBL, me confidenciou:

"*Professor, eu ainda tenho todos os problemas guardados na minha pasta de computação. Eu tenho vontade de eu mesma usar o PBL algum dia. Sabe professor, eu me decepcionei muito com a universidade, eu achei que era um lugar que faria com que os alunos pensassem, tivessem opiniões. Mas os professores não nos estimulam a isso querem que pensemos de uma única forma, não aceitam opiniões, nem nada novo, não somos levados a fazer perguntas, o porquê disso ou o porquê daquilo. Já com o PBL foi completamente diferente.*" (A42).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conformidade com a complexidade do processo de ensino e a aprendizagem de conteúdos da educação em computação, desenvolveu-se o presente estudo com a finalidade de implementar e avaliar a estratégia da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de algoritmos e conteúdo computacionais. Nessa perspectiva, este estudo procurou dar subsídios para responder às questões que se seguem através de uma abordagem, ao mesmo tempo, teórica e empírica:

Como acontece a implantação da Aprendizagem Baseada em Problemas em uma disciplina de Introdução à Computação, presente em cursos de graduação da área de ciências exatas?

Qual o impacto da Aprendizagem Baseada em Problemas na construção de conhecimentos relacionados à computação e na promoção de atitudes relacionadas à autonomia do aluno?

É pertinente esclarecer que a análise dessas questões deve ser entendida à luz das especificidades do formato de PBL utilizado nesta intervenção, bem como o contexto em que foi implantado.

Construindo um painel pelo qual desfilou a revisão da literatura sobre o problema e sobre a hipótese de solução, busquei com este estudo fundamentar a implantação do PBL em uma disciplina de Introdução à Computação em um curso de licenciatura em Química. Para isso, foram estabelecidas as vantagens, limitações e implicações da estratégia PBL.

Apresento, a seguir, as conclusões obtidas com este estudo.

Papel motivador da Aprendizagem Baseada em Problemas

Através deste estudo, conclui-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas motiva e transforma o aluno mediante aquisição de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que, por fazerem parte do contexto do educando, assumem um caráter de relevância para a prática profissional. Diferentemente dos métodos tradicionais que dão ênfase na instrução e nos aspectos técnicos dos recursos tecnológicos sem estabelecer relações significativas com o contexto pedagógico da prática docente, os métodos do PBL promovem as capacidades técnicas das tecnologias e as cognitivas por igual, possibilitando o desenvolvimento de um profissional mais critico consigo mesmo e com sua atuação profissional.

O formato do PBL, o professor e a instituição

O formato do PBL implantado nesta intervenção não foi o PBL "puro" ou curricular, e, evidentemente, implantá-lo parcialmente em um curso, ou seja, em uma única disciplina, sem que haja a colaboração por parte do corpo docente ou da instituição educacional é extremamente desgastante para o professor/tutor do PBL. Além de ter que lidar com o aspecto de inovação do próprio PBL no que se refere à surpresa que os alunos terão ao se deparar com os novos papéis de alunos e professores, o professor ainda deverá lidar com a confusão psicológica que ocorrerá com os alunos e com ele próprio, porque, em um momento, estarão desempenhando atividades no ensino tradicional, e, em outro momento, estarão sujeitos às experiências no PBL. Com esta pesquisa, constatei que a aplicação do PBL por um professor formado pelo modelo tradicional de educação pode gerar nele sentimentos paradoxais, dado que, ao mesmo tempo, em que acredita na abordagem de uma aprendizagem centrada no aluno, sente-se desconfortável com a possível não aprovação ou julgamento dos alunos no que se refere às suas capacidades de domínio do conteúdo e às suas atitudes não reguladoras da aprendizagem.

Uma vez que o PBL representa a filosofia construtivista em sua essência, é recomendável, caso haja tempo suficiente, que, inicialmente, o professor utilize elementos da filosofia tradicional para que os alunos se adaptem gradualmente às novas condições.

Uma posição do professor que antagonize o PBL com o método tradicional para legitimar sua atuação, como docente, pode fazer com que o PBL não seja encarado pelos alunos como metodologia de ensino, visto que o método tradicional é socialmente reconhecido como o principal modelo de educação. Dessa maneira, não imagino como um professor que apenas "goste" do método PBL possa implementá-lo em uma sala de aula. Há a necessidade de que o professor faça um estudo bastante profundo acerca da filosofia presente no PBL e, a partir daí, o adapte às necessidades e potencialidades dos alunos, bem como ao contexto escolar.

Para futuros pesquisadores, que queiram implantar e analisar a filosofia do PBL em instituições tradicionais, recomendo que selecionem disciplinas cujo conteúdo programático esteja organizado por competências, ou seja, que esteja especificado o que se espera do aluno em termos de conhecimentos, habilidades e atitudes em uma determinada área do conhecimento. Nesse caso, é possível desenvolver problemas abertos que possibilitem aos alunos propor inúmeras soluções. Porém, se o conteúdo programático da disciplina for bastante rígido com conteúdos bem delimitados que, por exigência institucional, devam ser

contemplados, o uso de problemas essencialmente abertos pode não ser o mais indicado. Por conseguinte, caso o professor queira garantir que todo conteúdo programático da disciplina seja abordado pelos alunos na resolução dos problemas, ele deverá optar por uma modalidade do PBL que seja também centrada em projetos, como o modelo utilizado pela Universidade de Aalborg (MOESBY, 2009, p. 68) e que também foi utilizado nesta intervenção.

O valor fundamental do PBL

Em razão deste estudo, foi possível concluir que o elemento mais importante do PBL não é o resultado final que ele possa prover, mas o próprio processo de aprendizagem por resolução de problemas, através do qual os alunos aprendem a se tornar aprendizes independentes e ativos, além de desenvolver atitudes e habilidades exigidas na sociedade contemporânea.

A partir dessa conclusão, ressalto que o professor que utilizar projetos para complementar o desempenho do aluno no PBL, faça-o de maneira cuidadosa para que o projeto em si não se torne mais importante que o processo PBL. Proponho esse cuidado, porque notei nesta intervenção que, quando utilizamos projetos ou um produto vinculado ao desempenho do aluno no PBL, há uma grande chance de os alunos darem muita ênfase ao produto final em detrimento dos ganhos obtidos no processo de aprendizagem. Porém, não são apenas os alunos que estão sujeitos a essa visão que valoriza o ponto de chegada e desprezam as transformações ocorridas no caminho. Ao trabalhar com projetos no PBL, o professor deve ser bastante criterioso para não incidir no erro de se encantar por um produto final muito bem realizado por um grupo e invalidar o processo de outro grupo em que este não tenha tido tanto êxito. Assim, sugiro que o professor fundamente sua avaliação do desempenho do aluno na articulação entre o produto final de um projeto e o processo de aprendizagem que culminou na realização do referido produto. Para tanto, o PBL representa uma metodologia que estabelece que boa parte de seu processo seja registrado ou explicitado, como por exemplo no Quadro Referencial (ANEXO II) e nas discussões em grupo. Ao acompanhar o processo PBL, é possível ao professor verificar se um ótimo produto final é também resultante de um processo PBL muito bem realizado, ou ainda, se um produto final mediano significa que o processo PBL também foi mediano.

A validação do PBL pelos alunos

No que se refere à legitimação do PBL, os alunos validaram-no como metodologia de ensino e aprendizagem, ainda que o fizessem em termos comparativos com a metodologia tradicional. Embora não tenha sido objetivo desta pesquisa verificar se o PBL leva vantagem se comparado com outras metodologias educacionais, essa é uma questão amplamente discutida e, para obtermos algum apontamento nesse sentido, seria necessária a aplicação do PBL por um tempo maior do que o utilizado nesta intervenção. Todavia, o que está claro é que o PBL foi responsável por fazer com que os alunos adquirissem os conhecimentos conceituais e os procedimentais definidos na ementa da disciplina de computação. Com relação aos conhecimentos atitudinais, o PBL detém a vantagem de cobrar uma postura mais ativa dos alunos, o que contribui para a aquisição de atitudes diversas. Por exemplo, no quesito colaboração fica evidente a supremacia do PBL em razão de o fluxo e a qualidade de comunicação entre os alunos ocorrer de forma muito mais promissora que em outras metodologias.

O impacto da metodologia PBL na educação

Nesta pesquisa, os alunos relataram que o PBL, ainda que aplicado em uma disciplina de computação, permitiu-lhes a introdução aos elementos da licenciatura, ou seja, é uma metodologia que lhes possibilitou um contato com a futura atuação profissional. Porém, para uma confirmação mais efetiva do poder de o PBL contextualizar situações autênticas da futura profissão dos alunos, sugiro que, antes de iniciar as atividades com o PBL, o professor faça um teste que verifique o modo como os alunos encaram sua futura profissão e, após a aplicação do PBL, o professor refaça o teste.

Outro ponto que merece destaque é que o uso do PBL nesta intervenção permitiu ao professor propor situações que desafiavam os alunos na busca de técnicas para soluções de problemas contemplando o conteúdo programático da disciplina e estimulando a autonomia de raciocínio e incutindo-lhes a responsabilidade pela aquisição do próprio conhecimento.

Por conseguinte, estimar o impacto dessa pesquisa para a educação implica resumir aqui tudo que já foi explicitado em capítulos anteriores. Porém, de forma geral, posso concluir que o conteúdo desta pesquisa lança um fôlego novo na problemática da formação de professores para o uso dos computadores em sala de aula. Ao contrário da maioria dos estudos nessa área, este trabalho, por se tratar de uma intervenção, não buscou apenas conceituar os

problemas encontrados na formação inicial de professores, mas também propor uma alternativa para resolvê-los. Deixo claro que não é minha intenção simplificar uma questão tão complexa quanto a formação de professores, mas, mediante os resultados obtidos com a pesquisa, tenho plena convicção que, mesmo que de forma tímida, uma nova cultura de aprendizagem foi disseminada entre quarenta alunos que, possivelmente, estarão desempenhando suas atividades profissionais nas salas de aulas desse país.

Para potencializar o efeito dessa pesquisa na educação, não apenas seu tema, mas seu conteúdo, seu texto, bem como de outras pesquisas, deve ser objeto de discussão, reflexão e trabalhos dentro da sala de aula em cursos que envolvam essencialmente a educação. Para tanto, é necessário que a academia se alimente de sua própria produção intelectual, é preciso que as experiências em programas de pós-graduação sejam estudadas nos próprios cursos de pós-graduação e, principalmente, que sejam estudadas nos cursos de licenciatura e pedagogia juntamente com as teorias que compõem o conhecimento educacional.

Todavia, ainda pode permanecer no leitor a dúvida em determinar se, por terem estudado com o PBL, os futuros professores desenvolverão suas aulas com base nas abordagens de aprendizagem centrada no aluno. Ressalto que para esta comprovação há a necessidade de um estudo longitudinal que examine em que grau os futuros professores que estudaram com o PBL em uma única disciplina utilizam em suas aulas elementos do PBL ou os da filosofia de uma aprendizagem centrada no aluno.

Devo salientar, no entanto, que o PBL não deve ser encarado como um método definitivo a ser proposto ao leitor. Pelo contrário, há que se considerar a grande liberdade de formas que pode e deve privilegiar um tipo de aprendizagem que depende da ação conjunta de diferentes atores. Há que se implementarem metodologias ativas de aprendizagem que, tanto podem ser um híbrido do PBL com o ensino tradicional, ou mesmo uma reconstrução das metodologias problematizadoras, no sentido de fortalecer a capacidade dos estudantes para trabalharem coletivamente, bem como contribuir para uma postura autônoma na resolução de problemas e desenvolver competências para uma efetiva integração das tecnologias na formação acadêmica do aluno, sobretudo, aquele das licenciaturas que, como futuro professor, replicará em suas aulas os métodos educacionais de sua formação. Nessa ótica, o PBL configura-se como um elemento promissor para iniciar outras práticas na educação, outros modos de comportamentos que não sejam reduzidos ao puro ensino de conteúdos e à eficácia técnica.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F. et al. Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. In: XXV Congresso da SBC - XII Workshop de Informática na Escola, 2006, Campo Grande. Anais do XXV Congresso, v. 1. 2006.

ALBANESE, M. Problem-based learning: why curricula are likely to show little effect on knowledge and clinical skills. Medical Education, vol. 34, nº 9, p. 729-738. 2000. Disponível em:http://www.ksu.edu.sa/sites/Colleges/CollegeofPharmacy/Documents/Literature/English/ Medical_Education/196.pdf. Acesso em: 22/09/2009.

ÁLVAREZ, Isabel; AYUSTE, Ana; GROS, Begoña; GUERRA, Vania; ROMAÑÁ, Teresa. Construir Conocimiento con Soporte Tecnológico. Revista Iberoamericana de Educación, 2005. Disponível em: http://www.rieoei.org/deloslectores/1058alvarez.pdf. Acesso em: 18/04/2008.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e abusos dos estudos de caso. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 36, n. 129, p. 637 – 651, Dezembro de 2006.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith.; GEWANDSZNAJDER, Fernando. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa, São Paulo: Pioneira, 1999.

ANDRÉ, Marli E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 49, p. 51-54, maio de1984.

ARANTES, Ivani Catarina. Didática e interdisciplinaridade. 4. ed. Campinas-SP: Papirus, 1998.

ARAÚJO, Ulisses Ferreira de; FONSECA FILHO, Homero; ARANTES, Valéria Amorim. Ensino de sensoriamento remoto através da Aprendizagem Baseada em Problemas e por Projetos: Uma proposta metodológica. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal - RN, 2009. v. 1. p. 2365-2371. Disponível em: http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.01.28.41/doc/2365-2371.pdf. Acesso em: 20/02/2010.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., & HANESIAN, H. Psicologia Educacional. In: O Significado e a Aprendizagem Significativa. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANNAN-RITLAND, Brenda et al. Learning Object Systems as Constructivist Learning Environments: Related Assumptions, Theories and Applications. In: WILEY, David A. (Ed.). The Instructional Use of Learning Objects: Online Version. Disponível em: http://reusability.org/read/chapters/bannan-ritland.doc. Acesso em: 09/12/2009.

BAPTISTA, Marisa Todescan Dias da Silva et al. A Pesquisa Interventiva na Psicologia: Análise de Três Experiências. Psicología para América Latina. Número 7. p.0-0. Agosto de 2006. ISSN 1870-350X. Disponível em: http://www.psicolatina.org/Siete/pesquisa.html. Acesso em: 30/05/2010.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Edição Revista e Actualizada. Lisboa / Portugal: Edições 70, 2009.

BARRETO, Raquel G. et al. As tecnologias da informação e da comunicação na formação de professores. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 11, n. 31, Apr. 2006.

BARRETO, Raquel. Formação de professores, tecnologias e linguagens. São Paulo: Loyola, 2002.

BARRETT, Terry. What is Problem–Based Learning? In: Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching. O'Neill, G., Moore, S., McMullin, B. (Eds). Dublin:AISHE, 2005. Released under Creative Commons licence: Attribution-NonCommercial 2.0. Disponível em: http://www.aishe.org/readings/2005-1/barrett-What_is_Problem_B_L.pdf. Acesso em: 01/12/2009.

BELLONI, M.L. O que é mídia-educação. Campinas: Autores Associados, 2001.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo?**.** Série Ideias, São Paulo-SP: FDE, n. 20, p. 87-93, 1994.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A Problematização e a Aprendizagem Baseada em Problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? Interface. Comunicação, Saúde e Educação**.** v.2. n.2, março de 1998. Botucatu - SP, Fundação UNI.

BETEMPS, Carlos M.; CECHINEL, Cristian; TAVARES, Reginaldo N. Prática Integrada: Uma Abordagem Didático-Pedagógica Baseada em Projetos Colaborativos. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Belém-PA, Brasil. Jul, 2008. Disponível em: http://www.prodepa.gov.br/sbc2008/anais/pdf/arq0108.pdf. Acesso em: 01/08/2008.

BHATTACHARYA, M. et. al. PBL Approach: A Model for Integrated Curriculum, AARE conference to be held in Melbourne, Australia. 2004. Disponível em: http://www.aare.edu.au/04pap/bha04803.pdf. Acesso em: 16/08/2009.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação Qualitativa em Educação. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

BORDENAVE, Juan Díaz. El método del arco: una forma de hacer educación problematizadora. Decisio - Educación Popular, nº10, Michoacán, México, jan-abr. 2005. Disponível em: http://tariacuri.crefal.edu.mx/decisio/d10/sab6-2.php. Acesso em 26/03/2009.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LEI No. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D.O. U. de 23 de dezembro de 1996.

BRUNER, Jerome. Uma Nova Teoria da Aprendizagem. Tradução: Norah Levy Ribeiro. Rio de Janeiro: Edições Bloch, 1969.

BRIDGES, Edwin M. Problem-based learning for administrators. Oregon, United States: ERIC Clearinghouse on Educational Management. 1992.

BUGELSKI, B. R. Psicologia da aprendizagem. Tradução: Álvaro Cabral. São Paulo-SP: Cultrix, 1978.

BURCH, K. PBL, Politcs, and Democracy. In: The Power of Problem-Based Learning: A Practical "How To" for Teaching Courses in Any Discipline, ed. B.J. Duch, S.E. Groh, and D.E. Allen. Sterling, Virginia (EUA): Stylus Publishing, 2001.

CAMP, Gwendie. Problem-Based Learning: A paradigm shift or a passing fad? Medical Education Online, 1996, vol.1, n.2. Disponível em: http://www.med-ed-online.net/index.php/meo/article/viewFile/4282/4473. Acesso em: 22/06/2009.

CAPRARA, Andrea. A Construção Narrativa de Problemas. In: MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.

CARNEIRO, R. Informática na educação: representações sociais do cotidiano. São Paulo: Cortez, 2002.

CHAMBERS, Dianne. Problem-Based Learning & It To Support Authentic Tasks In Teacher Education. Ascilite 2001 Conferences, p. 25-28. 2001. Disponível em: http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne01/pdf/papers/chambersd.pdf. Acesso em: 20/07/2009.

CHEN, S. E. Problem-Based Learning - Educational Tool or Philosofy. Disponível em: http://pbl.tp.edu.sg/Understanding%20PBL/Articles/SweeEng.doc. 2000. Acesso em: 05/04/2010.

COLLIVER, J. Effectiveness of problem-based learning curricula: research and theory. Academic Medicine. vol. 75, nº 3, p. 259-266. Março de 2000.
Disponível em: https://www.uni-frankfurt.de/fb/fb16/lehre/literatur/container_journal_club/effectiveness_Colliver_Volltext.pdf. Acesso em: 22/09/2009.

COLL, César et al. O construtivismo na sala de aula. 6ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2006.

COTA, Gláucia Maria de Carvalho; GARCIA, Denise Ferreira; SANTOS, Andréa Cristiane dos; SILVA, Glaucimara Freitas. Estudo dos Fatores que Influenciam a Aprendizagem Introdutória de Programação. In: II Weibase - Workshop de Educação em Educação em Computação e Informática, 2004, Feira de Santana - Bahia. IV ERBASE e II WEIBASE, 2004.

COX, Kenia Kodel. Informática na Educação Escolar. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

DAVIS, Philip. J.; HERSH, Reuben. O sonho de Descartes. 2ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1998.

DEELMAN, Annechien; HOEBERIGS, Babet. A ABP no Contexto da Universidade de Maastricht. In: ARAÚJO, Ulisses F; SASTRE, Genoveva (Orgs.). Aprendizagem Baseada em Problemas: no ensino superior. São Paulo: Summus, 2009.

DELISLE, Robert. Como Realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas. Lisboa, Portugal: Edições ASA, 2000.

DEWEY, John. Como Pensamos. São Paulo: Companhia Editora Nacional,1959a.

DEWEY, John. Democracia e educação: introdução à filosofia da educação. Tradução por Godofredo Rangel, Anísio Teixeira. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959b.

DEWEY, John. Experiência e Educação. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

DEWEY, John. Logica: Teoria de La Investigación. México: Editora: Fondo de Cultura Económica, 1950.

ECHEVERRÍA, Maria Del Puy Pérez. A Solução de Problemas em Matemática. In: POZO, J. I. (org) A Solução de Problemas. Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ENEMARK, Stig; KJAERSDAM, Finn. A ABP na Teoria e na Prática: A Experiência de Aalborg na Inovação do Projeto no Ensino Universitário. In: ARAÚJO, Ulisses F; SASTRE, Genoveva (Orgs.). Aprendizagem Baseada em Problemas: no ensino superior. São Paulo: Summus, 2009.

FARRER, H. et al. Programação Estruturada de Computadores - Algoritmos Estruturados. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989.

FERNANDES, A. C. et al. Implementação e observação de práticas pedagógicas com o uso de objetos de aprendizagem na escola. In: XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - WIE-Workshop sobre Informática na Escola, 2008, Belém - PA. Anais do XXVIII Congresso da SBP, p. 127-136. 2008.

FORBELLONE, André Luiz Villar; EBERSPACHER, Henri Frederico. Lógica. de programação - A construção de algoritmos e estrutura de dados. 2ª Edição. São Paulo: Makron Books, 2000.

FREIRE, Paulo.; PAPERT, Seymour. Vídeo: O Futuro da escola e o impacto dos novos meios de comunicação no modelo de escola atual. Márcia Moreno e Marco Aurélio Del Rosso. São Paulo: TV PUC de São Paulo com apoio do Jornal da Tarde e Agência Estado, 1995. 1 DVD (115 min): sonoro, colorido. DVD.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 36. ed. São Paulo-SP: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro-RJ: Paz e Terra,1987.

GARCÍA-FAMOSO, M. Problem-based learning: a case study in computer science. In: Third International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in

Education, 2005. Disponível em: http://www.formatex.org/micte2005/196.pdf. Acesso em: 21/05/2008.

GATTI, Bernardete A. Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas / Bernardete A. Gatti; Marina Muniz R. Nunes (orgs.). ISSN 1984-6002. São Paulo: FCC/DPE, Coleção Textos FCC, vol. 29, 2009.

GIL, Antonio Carlos. Didática do ensino superior. 1º Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas 2006.

GOMES, N. G. Computador na escola: novas tecnologias e inovações educacionais. In: BELLONI, M. L (Org). A formação na sociedade do espetáculo. São Paulo: Loyola, 2002.

GRINSPUN, M. P. S. Z. Educação tecnológica. In: GRINSPUN, M. P. S. Z. (Org). Educação tecnológica: desafios e perspectivas. São Paulo: Ed. Cortez, 1999.

GÜLSEÇEN, S.; KUBAT, A. Teaching ICT to Teacher Candidates Using PBL: A Qualitative and Quantitative Evaluation. Educational Technology & Society, vol. 9, nº 2, 96-106. 2006.

HOFF, Miriam Schifferli; WECHSLER, Solange Muglia. Processo resolutivo do jogo computadorizado Tetris: análise microgenética. Psicologia: Reflexão e Crítica. Porto Alegre – RS, V. 17, nº 1, 129-141, 2004.

IBGE, 2009. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Síntese de Indicadores 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2008/sintesepnad2008.pdf. Acesso em 06/10/2009.

JACKSON, Philip W. Experiência e Educação de Dewey Revisitada. In: DEWEY, John. Experiência e Educação. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2010.

JONASSEN, David H. Computadores, ferramentas cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico nas escolas. Porto, Portugal. Porto Editora: 2000.

KLAUSMEIER, Herbert J; GOODWIN, William. Manual de Psicologia Educacional: Aprendizagem e Capacidades Humanas. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1977.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos da Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 1985.

LEITE, Y. U. F. et al. Formação de Professores: Caminhos e Descaminhos da Prática. 1ª. ed. Brasília - DF: Líber Livro Editora, 2008.

LONGHINI, M. D.; NARDI, R. A pesquisa sobre a prática como elemento na formação do professor: uma experiência envolvendo a formação inicial de professores de Física. REIEC - Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. Ano 2, Número 1, julho de 2007. Disponível em:

http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/files/anio2/num1/REIEC_anio2_num1_art4.pdf. Acesso em: 20/04/2010.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAMEDE, Silvia. Aprendizagem Baseada em Problemas: Características, Processos e Racionalidade. In: Mamede, Silvia; Penaforte, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.

MARTINS, Joel. A Pesquisa Qualitativa. In: FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da Pesquisa Educacional. 11ª Edição. São Paulo, Cortez, 2008.

MARTÍNEZ, J. H. Gutiérrez. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, J. C. (Org.) Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza? São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto Internacional de planejamento de la Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.

MASETTO, M. T. PBL na Educação?. In: Endipe, 12., 2004, Curitiba. *Anais.* Curitiba: Editora Universitária Champagnat, v. 2, p.181-189.

MATUSOV, E. et al. PBL in Preservice Teacher Education. In: The Power of Problem-Based Learning: A Practical "How To" for Teaching Courses in Any Discipline, ed. B.J. Duch, S.E. Groh, and D.E. Allen. Sterling, Virginia (EUA): Stylus Publishing, 2001.

MCPHEE, A. D. Problem based learning in initial-teacher-education:Taking the agenda forward. Journal of Educational Enquiry. Vol.3 No.1. 2002.

MEC (2008). Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf. Acesso em: 09/11/2008.

MEC/SESu/CEEInf (2008). Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática. Disponível em: http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&content=downloads&id=240. Acesso em: 09/11/2008.

MEIRELLES, Fernando de Souza. Informática: Novas Aplicações com Microcomputadores. 2ª Ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

MENEZES, Crediné S. de, VALLI, Maria Cristina P. O Uso da Planilha Eletrônica como Instrumento de Apoio à Construção do Conhecimento. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 8., 1997, São José dos Campos. 1997.

MICHALISZYN, Mário Sergio; TOMASINI, Ricardo. Pesquisa: orientações e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos. 3ª Edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MILLS, David. Problem-Based Learning. Disponível em: http://www.c-sap.bham.ac.uk/resources/project_reports/ShowOverview.asp?id=4. Acesso em: 25/03/2010.

MIQUELETTI, E. A. et al . O Uso do Excel como Ferramenta no Ensino de Funções do 1º e 2º Grau. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte : SBEM, 2007.

MOESBY, Egon. Implementation of POPBL seen from the administration point of view. Proceedings from International workshop on project organized and problem-based learning – POPBL. Aalborg University Esbjerg, October 2004. Disponível em: http://vbn.aau.dk/fbspretrieve/149208. Acesso em: 20/02/2010.

MOESBY, Egon. Perspectiva Geral da Introdução e Implementação de um Novo Modelo Educacional Focado na Aprendizagem Baseada em Projetos e Problemas. In: Araújo, Ulisses F. & Sastre, Genoveva (Orgs). Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior. São Paulo: Summus Editorial, 2009.

MONTEIRO, A. M. F. C. Professores: entre saberes e práticas. Educação e Sociedade, Campinas, ano XXII, nº. 74, abril de 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/es/v22n74/a08v2274.pdf. Acesso em: 20/04/2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. p.19-44. Burgos. Espanha, 1997.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. 2ª edição. São Paulo: Centauro Editora. 2006.

MOSCOVICI, Serge. "A era das representações sociais". Trad. de Maria Helena Fávero do original "L``ere des representations sociales" In: DOISE & PALMONARI, A. (eps) L'etudes des representations sociales. Neuchatel. Paris : Delachaux et Nietlé, p 334-80.(fotocópia). 1986.

MURRAY-HARVEY, R.; SLEE, P. Problem based learning in teacher education: just the beginning! Paper presented at the annual conference of the Australian Association for Research in Education, Sydney, Australia, 4-6 December 2000. Disponível em: http://www.aare.edu.au/00pap/mur00178.htm. Acesso em: 16/08/2009.

NIMMERVOLL, A; PUCHER, RK; WAHL, H; H GOLLNER, H and SCHMÖLLEBECK, F. Personal PBL Experiences with Theoretical Computer Science Lectures. Proceedings of the International Conference PBL2008 ABP, Colima, Mexico, January 30 - February 1, 2008.

NORMAN, G. R; SCHMIDT, H. G. Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts. Medical Education, vol. 34, nº 9, p.721-728. 2000. Disponível em: https://www.med.uni-frankfurt.de/fb/fb16/lehre/literatur/container_journal_club/Effectiveness_Norman_Volltext.pdf. Acesso em: 22/09/2009.

NORONHA, Olinda Maria. Pesquisa Participante: Repondo Questões Teórico-Metodológicas. FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da Pesquisa Educacional. 11ª Edição. São Paulo, Cortez, 2008.

NÓVOA, Antonio. O professor pesquisador e reflexivo. Entrevista concedida em 13 de setembro 2001 ao programa Salto para o Futuro - TVE Brasil. 2001. Disponível em:http://tvebrasil.com.br/salto/entrevistas/antonio_novoa.htm. Acesso em 28/04/2010.

NUNES, César Augusto. Objetos de aprendizagem a serviço do professor**.** Microsoft Educação, 19 de Novembro de 2004. Entrevista concedida a Microsoft. Disponível em: http://www.microsoft.com/brasil/educacao/parceiro/objeto_texto.mspx. Acesso em 01/12/2009.

NUUTILA, E.; KINNUNEN, P.; TORMA, S.; MALMI, L. PBL Cases and Their Role in Learning Programming. Helsinki University of Technology, Finland, 2005. Disponível em: http://www.spop.dk/chapters-abstractv1/en_pk_st_lm.pdf. Acesso em: 23/05/2008.

O'KELLY, J.; MOONEY, A.; GHENT, J.; GAUGHRAN, P.; DUNNE, S.; BERGIN, S. An Overview of the Integration of Problem Based Learning into an Existing Computer Science Programming Module. PBL International Conference, Mexico, June, 2004. Disponível em: http://eprints.nuim.ie/archive/00000726/01/PBLPaper2.pdf. Acesso em: 22/06/2008.

O'KELLY, J. Designing a Hybrid Problem-Based Learning (PBL) Course: A Case Study of First Year Computer Science. In BARRETT, Terry; LABHRAINN, Iain Mac; FALLON, Helen(Orgs.). Handbook of Enquiry and Problem-based Learning: Irish Case Studies and International Perspectives. Ireland: CELT, Galway, 2005. Disponível em: http://www.nuigalway.ie/celt/pblbook/chapter5.pdf. Acesso em: 22/06/2008.

OLIVEIRA, Gerson P. Uma experiência de uso de planilhas eletrônicas no processo de ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte : SBEM, 2007.

OLIVEIRA, Ramon de. Informática Educativa: Dos planos e discursos à sala de aula. 13ª Edição. Campinas, SP: Papirus, 1997.

PAIS, Luiz Carlos. Educação Escolar e as Tecnologias da Informática. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PAPERT, S. A máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática; trad. Sandra Costa, Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PENAFORTE, Júlio César. John Dewey e as raízes filosóficas da aprendizagem baseada em problemas. In MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. Educação & Sociedade, ano XX, nº 68, dezembro de 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/es/v20n68/a06v2068.pdf. Acesso em: 20/04/2010.

PERRENOUD. Philippe. A Prática Reflexiva no Ofício do Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PIAGET, Jean. Biologia e Conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. Petrópolis: Editora Vozes, 1973.

PIMENTEL, Edson Pinheiro; FRANÇA, Vilma Ferreira; OMAR, N. A Caminho de um Ambiente de Avaliação e Acompanhamento Contínuo da Aprendizagem em Programação de Computadores. In: III Workshop de Informática na Educação Computação do Estado de Minas Gerais, 2003, Poços de Caldas - MG. III Workshop de Informática na Educação Computação do Estado de Minas Gerais, v. 1. 2003.

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança e BURINI, Elaine Rinaldi Vieira. Uma proposta de aprendizado baseado em problemas para o ensino interdisciplinar nos cursos de administração. Disponível em: http://www.angrad.org.br/cientifica/artigos/artigos_enangrad/pdfs/xiii_enangrad/Uma%20Proposta%20de%20Aprendizado%20Baseado%20em%20Problemas%20para%20o%20Ensino%20Interdisciplinar.pdf. Acesso em: 06/04/2007.

POZO, J. I. (org) A Solução de Problemas. Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PROULX, Viera K. Programming Patterns and Design Patterns in the Introductory Computer Science Course. Thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education table of contents. Austin, Texas, United States, V. 32, nº 1, 80-84, 2000. (ISBN:1-58113-213-1)

QAYUMI, Shahnaz. Piaget and His Role in Problem Based Learning. Journal of Investigative Surgery. London, England, V.14, nº 2, 63-65, 2001.(ISSN 1521-0553)

QVIST, Palle. Democratic elements in group and project organized PBL democratic skills and bildung via project organized problem based learning in groups in the Aalborg Model: results from a pilot investigation. International Conference PBL 2006 ABP. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006. Disponível em: http://people.plan.aau.dk/~palle/pbldl/palle.qvist_democratic_uk.pdf. Acesso em: 14/05/2010.

RAMOS, F. B.; PANOZZO, N. S. P. Entre a ilustração e a palavra: buscando pontos de ancoragem. Espéculo. Revista de estudios literarios. Universidad Complutense de Madrid, ISSN 1139-3637, nº 26, 1-14, 2004. Disponível em: http://www.ucm.es/info/especulo/numero26/ima_infa.html. Acesso em: 15/11/2009.

RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. Psicologia e epistemologia genética de J. Piaget. São Paulo: EPU, 1988. (Temas Básicos de Psicologia. v. 19).

RAPKIEWICZ, Clevi Elena; FALKEMBACH, Gilse; LOUISE Seixas; ROSA, Núbia dos Santos; CUNHA, Vanildes Vieira da; KLEMANN, Miriam. Estratégias Pedagógicas no Ensino de Algoritmos e Programação Associadas ao Uso de Jogos Educacionais. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre-RS: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, V. 4, nº 2, 1-11, 2006. (ISSN 1679-1916)

RHEM, James. Problem-Based Learning: An Introducion. The National Teaching & Learning Forum. Phoenix, Arizona, United States, V. 8, nº 1, 1-4, 1998. (ISSN 1057-2880)

RIBAS, Antoni Font. Las líneas maestras del aprendizaje por problemas, 2004. Disponível em: http://www.ub.es/mercanti/abp_ejes.pdf. Acesso em: 17/04/2008.

RIBEIRO, Luis R. de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

RIEL, M. M.; BECKER, H. J. The beliefs, practices, and computer use of teacher leaders. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans. 2000. Disponível em: http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/aera/aera_leaders.pdf. Acesso em: 22/11/2009.

ROCHA, M. L. da. Psicologia e as práticas institucionais: A pesquisa-intervenção em movimento. PSICO. v. 37, n. 2, pp. 169-174, maio/ago. 2006. Disponível em: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/viewFile/1431/1124. Acesso em: 23/04/2010.

ROCHA, M. L. da; AGUIAR, K. F. de. Pesquisa-Intervenção e a Produção de Novas Análises. PSICOLOGIA CIÊNCIA E PROFISSÃO, v. 23, n. 4, p. 64-73, dez. 2003. Disponível em: http://pepsic.bvs-psi.org.br/pdf/pcp/v23n4/v23n4a10.pdf. Acesso em: 23/04/2010.

RODRIGUES, M. C. J. Experiências Positivas para o Ensino de Algoritmos. IV ERBASE – IV Escola Regional de Computação Bahia-Sergipe. Feira de Santana - BA, 2004. Disponível em: http://www.uefs.br/erbase2004/documentos/weibase/Weibase2004Artigo001.pdf. Acesso em: 15/04/2008.

RODRIGUES, M. C. J. Como ensinar Programação? Jornal Computação Brasil da Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre-RS, Ano III, Edição 07, Set, 2002.

ROLEP - Research on Learning Programming. Laboratory of Information Processing Science at Helsinki University of Technology. Disponível em: http://www.cs.hut.fi/Research/COMPSER/ROLEP/ROLEP_paasivu.html. Acesso em: 21/05/2008.

RUÉ, Joan. Aprender com Autonomia no Ensino Superior. In: Araújo, Ulisses F. & Sastre, Genoveva (Orgs). Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior. São Paulo: Summus Editorial, 2009.

SÁ, Henrique Luis do Carmo e. Análise Crítica da Aprendizagem Baseada em Problemas. In MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001a.

SÁ, Henrique Luis do Carmo e. Avaliação dos Estudantes. In MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001b.

SALIMAH, M; ZAITUN, A. B. PBL Implementation: an Experience of the Faculty of Computer Science and Information Technology, University of Malaya. Journal of Problem-Based Learning. Malaysia, V. 2, nº 1, 1-9, 2004.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWYER, D. C. Ensinando com tecnologia.: Criando salas de aula centrada nos alunos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SANTAELLA, L. Cultura das mídias. São Paulo: Experimento, 1996.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. Precursores da Linha de Investigação sobre concepções Alternativas: Piaget e Ausubel. In: Mudança conceptual na sala de aula. 2ª Edição. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

SANTOS, José Amancio Macedo; ANGELO, Michele Fúlvia; LOULA, Ângelo. Experiências em um Estudo Integrado de Programação usando PBL. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Belém-PA, Brasil. Jul, 2008. Disponível em: http://www.prodepa.gov.br/sbc2008/anais/pdf/arq0070.pdf. Acesso em: 01/08/2008.

SCHILLING, Cláudia. Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores: a construção do conhecimento escolar. São Paulo-SP: Ática, 1998.

SCHMIDT, Henk. As Bases Cognitivas da Aprendizagem Baseada em Problemas. In MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.

SCHÖN, Donald A. Educando o profissional reflexivo: Um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SETTE, Sonia S. et al. Formação de professores em informática na educação: um caminho para mudanças. Coleção Informática para a Mudança na Educação. Brasília: MEC/SED-USP. 1999.

SHEPHERD, Clive. Objects of interest. Disponível em: http://www.fastrak-consulting.co.uk/tactix/features/objects/objects.htm. Acesso em: 01/12/2009.

SHULMAN, Lee. Entrevistas: Lee Shulman. Tema: Aprendizagem Baseada em Problemas. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico Com Ciência, São Paulo nº 115, 10 Fev. 2010. ISSN 1519-7654. Entrevista concedida a Daniela Ingui. Disponível em: http://www.comciencia.br/comciencia/index.php?section=8&tipo=entrevista&edicao=53. Acesso em: 20/03/2010.

SO, Hyo-Jeong; KIM, Bosung. Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. Australasian Journal of Educational Technology. Vol. 25, nº 1, 101-116. 2009.

SOLARI, Osvaldo Muñiz. Aprendizaje basado en problema (PBL): Beneficios y riesgos. Geotrópico online, vol. 2, nº 2, Dezembro de 2004, Geolat, Bogotá, págs. 51-60. Disponível em: http://www.geotropico.org/2_2_Muniz-Solari.pdf. Acesso em: 28/07/2008.

SOLÉ, Isabel. Disponibilidade para a aprendizagem e sentido da aprendizagem. In: Coll, César (Orgs). O Construtivismo na Sala de Aula. 6ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2006.

SOUZA, Rodrigo A. De; MARTINELI, Telma A. P. John Dewey e a formação de professores: aspectos da influência sobre a formação docente no brasil. Anais do IX

Congresso Nacional de Educação - EDUCERE; Anais do III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. Curitiba: Champagnat, 2009. ISSN 2176-1396. Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2600_1488.pdf. Acesso em: 28/04/2010.

SZYMANSKI, Heloisa; CURY, Vera. A pesquisa intervenção em Psicologia da Educação e Clínica: pesquisa e prática psicológica. *Estudos de Psicologia*, *9* (2), 355-364. 2004. Disponível em: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/261/26190218.pdf. Acesso em: 10/04/2010.

TAN, Oon-Seng et al. Problems and Creativity. In: TAN, Oon-Seng. Problem-based learning and creativity. Singapore: Cengage Learning, 2009.

TAROUCO, Liane M. R. et al. Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE. Porto Alegre, V. 4 Nº 1, Julho, 2006.

TAVARES, Romero . Animações interativas e mapas conceituais: Uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. Revista Ciências & Cognição (UFRJ), v. 13, p. 99-108, 2008.

TEIXEIRA, Leny Rodrigues Martins. A abordagem psicogenética de Jean Piaget e a teoria de Ausbel: um diálogo sobre o caráter lógico do conhecimento. Série-Estudos – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande – MS, nº 21. p. 67-80, jan/jun. 2006.

TEIXEIRA, Leny Rodrigues Martins. Dificuldades e Erros na Aprendizagem da Matemática. In: Encontro Paulista de Educação Matemática – EPEM, 7, 2004. USP/SP. Anais do VII EPEM, São Paulo: SBEM, 2004.

TOMAZ, José Batista. O Desenho do Currículo. In MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001a.

TOMAZ, José Batista. O Papel e as Características do Professor. In: MAMEDE, Silvia; PENAFORTE, Júlio César (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001b.

TOOTELL, K; MCGEORGE, D. An investigation of the use of problem based learning in Professional Degrees. Australian Association for Research in Education (AARE) Conference, Adelaide, November, 1998. Disponível em: http://www.aare.edu.au/98pap/too98077.htm. Acesso em: 20/04/2010.

UDEN, Lorna; BEAUMONT, Chris. Technology e Problem-Based Learning. Hershey, PA, USA: Idea Publisher, 2006.

VALENTE, José Armando. A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: Repensando Conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (org.). A Tecnologia no Ensino: Implicações para a aprendizagem. São Paulo: Caso do Pedagogo, 2002.

VALENTE, José Armando. (org.). Diferentes Usos do Computador na Educação. In: Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993a.

VALENTE, José Armando. Análise de Diferentes tipos de Software usados na Educação. In: VALENTE, José Armando. (org.) O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993b.

VALLAEYS, François. El Aprendizaje Basado en Proyectos Sociales. Disponível em: http://www.udlap.mx/rsu/pdf/1/ElAprendizajeBasadoenProyectosSociales.pdf. Acesso em: 13/08/2009.

WILEY, David A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, David A. (Ed.). The Instructional Use of Learning Objects: Online Version. Disponível em: http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc. Acesso em: 22/09/2009.

YNOGUTI, Carlos Alberto. Uma Metodologia para o Ensino de Algoritmos. Global Congress on Engineering and Technology Education, São Paulo, Brasil. Mar, 2005. Disponível em: http://cict.inatel.br/cict/acervo%20publico/ArtigosCientificosInatel/Artigos_2005/Carlos%20Alberto%20Ynoguti/Uma%20Metodologia%20para%20o%20Ensino%20de%20Algoritmos.pdf. Acesso em: 17/05/2008.

11. ANEXOS

ANEXO I: Programa de Ensino de Graduação

<table>
<tr><td colspan="8">UNIDADE UNIVERSITÁRIA: FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA</td></tr>
<tr><td colspan="8">CURSO: QUÍMICA</td></tr>
<tr><td colspan="8">HABILITAÇÃO: LICENCIATURA</td></tr>
<tr><td colspan="8">OPÇÃO: Noturno</td></tr>
<tr><td colspan="8">DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: Matemática, Estatística e Computação</td></tr>
<tr><td colspan="8">IDENTIFICAÇÃO:</td></tr>
<tr><td>Código</td><td colspan="4">Disciplina ou estágio</td><td colspan="3">Seriação Ideal</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">COMPUTAÇÃO</td><td colspan="3">1º semestre</td></tr>
<tr><td>OBRIG./OPT/EST</td><td colspan="4">PRÉ-REQUISITOS</td><td colspan="3">ANUAL/SEM.</td></tr>
<tr><td>obrigatório</td><td colspan="4">Não há</td><td colspan="3">semestral</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Créditos</td><td rowspan="2">Carga Horária Total</td><td colspan="5">Distribuição da Carga Horária</td></tr>
<tr><td>Teórica</td><td>Prática</td><td colspan="2">Teo/Prát</td><td>Outras</td></tr>
<tr><td>04</td><td>60</td><td>30</td><td>30</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">NÚMERO MÁXIMO DE ALUNOS POR TURMA</td></tr>
<tr><td>AULAS TEÓRICAS</td><td colspan="2">AULAS PRÁTICAS</td><td colspan="3">AULAS TEOR/PRÁTICAS</td><td>OUTRAS</td></tr>
<tr><td>60</td><td colspan="2">60</td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
</table>

OBJETIVOS (Ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de:)
Utilizar o microcomputador e outros recursos de informática nas atividades do curso de Química. Realizar pesquisa de informações utilizando a rede Internet. Organizar e raciocinar logicamente na busca de soluções para os problemas susceptíveis de uma solução algorítmica. Usar o computador como um recurso que facilita o processo ensino e aprendizagem.
Conteúdo Programático (Título e descriminação das Unidades)

1. Sistema operacional Windows e aplicativos.
   - processador de textos,;
   - gerador de gráficos;
   - planilhas eletrônicas, etc.

2. Introdução à Linguagem Pascal para elaboração de exemplos simples (como calculadora de Química). Tópicos como:

   - Tipos de dados e variáveis, funções numéricas pré-definidas, operadores, comandos e estrutura de controle, procedimentos e funções.

3. Internet no ensino de Química:
   - Noções básicas de redes de computadores e Internet;.
   - Conceitos básicos de redes de computadores, serviços básicos da Internet, WWW (World Wide Web);
   - Objetos de aprendizagem para o ensino da Química.

Metodologia do Ensino:

As aulas serão teóricas e práticas com desenvolvimento de projetos de trabalho em ambientes computacionais, abrangendo etapas de:
- elaboração de um projeto educacioanal;
- planejamento de aula e postura do professor num ambiente computacional;
- como utilizar os recursos tecnológicos para o ensino e aprendizagem da Química.

Bibliografia Básica:

1. FARRER, H. et al. **Pascal estruturado**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986.
2. MEIRELLES, F. S. **Informática**: novas aplicações com microcomputadores. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
3. ALMEIDA, M. E. B. **Educação, projetos, tecnologia e conhecimento**. São Paulo: PROEM, 2001.

Bibliografia Complementar:

1. CRUMLISH, C. **Explorando a internet**. São Paulo: Makron Books, 1996.
2. DAMSKI, J. C. B.; Valente, A. S. M. **Internet**: guia do usuário brasileiro. São Paulo: Makron Books, 1996.
4. PFAFFENBERGER, B. **Dicionário dos usuários de microcomputadores**. 3. ed. São Paulo: Campus, 1996.

Critérios de Avaliação da Aprendizagem:

$$M = \frac{MP * 3 + MT * 2}{5}$$

MP: Média Aritmética das provas
MT: Média Aritmética dos Trabalhos

EMENTA (Tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)

Noções Básicas de sistemas de computação, linguagem de programação, redes de computadores e Internet, sistema operacional Windows e seus aplicativos. Estudo do uso de recursos computacionais para o ensino da Química.

APROVAÇÃO		
Departamento	Conselho de Curso	Comissão P. de Ensino

ANEXO II: Quadro Referencial para Solução do Problema

Definição do Problema:				
Com Relação ao Problema		**Com Relação ao Grupo**		
Ideias	**Fatos**	**Questões de Aprendizagem**		**Plano de Ação (Pesquisa)**
Essa coluna é destinada às ideias propostas pelos integrantes do grupo para resolver o problema. Não pode haver censura às ideias propostas. Devem ser registradas o maior número de ideias possíveis.	Procure, no problema, evidências para suas ideias (atividade com discussão).	Registre conceitos relevantes para dar solução ao problema. Devem ser registrados nessa coluna todos os conceitos que o aluno do grupo tutorial deverá pesquisar na fase de estudo autônomo (individual).	Planejamento de como o grupo irá buscar responder às questões de aprendizagem (quem, onde, o que ou como pesquisar para responder as questões da coluna "questões de aprendizagem")	
Líder:	Redator:	Porta-voz:		Membro(s):

ANEXO III: Questionário de Autoavaliação

Aluno:	Turma/Disc:			Data:
SELECIONE UMA NOTA				
Atividade	**Excelente (8-10)**	**Bom (6 - 7,9)**	**Regular (4 – 5,9)**	**Justificativa (Opcional)**
Contribui com ideias e fatos				
Apresentei algumas questões para Aprendizagem				
Utilizei vários recursos durante a minha investigação				
Ajudei a refletir sobre o problema				
Contribui com informação nova				
Ajudei meu grupo a elaborar o trabalho				
Adquiri conhecimentos através da solução do problema				

12. APÊNDICES

APÊNDICE I: Questionário

1) Nome:_____ (Opcional)

2) Qual sua idade? _____ anos.

3) Você pretende ser professor?
   a) Sim ( )
   b) Não ( )

Por quê?

_____
_____
_____

4) Você desenvolveu atitudes e habilidades ao estudar com a metodologia PBL?
   a) Sim ( )
   b) Não ( )

Quais:

_____
_____
_____

5) Os objetivos da disciplina (conhecimentos, habilidades e atitudes) foram alcançados? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____
_____

6) Compare a metodologia PBL com a metodologia usada em outras disciplinas.

_____
_____
_____
_____

7) Qual sua avaliação sobre a metodologia PBL?

_____
_____
_____
_____

8) Quais as vantagens da metodologia PBL?

_____
_____

_____
_____

9) Quais as desvantagens da metodologia PBL?

_____
_____
_____
_____

10) Apresente sugestões de melhoria para a metodologia PBL.

_____
_____
_____
_____

11) Você acha que qualquer disciplina pode utilizar o método PBL no processo de ensino e aprendizagem? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____
_____

12) O PBL (*Problem Based Learning*) permite ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de um problema.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

13) De que maneira os conteúdos devem ser ensinados na sala de aula?

a) Aula Expositiva ( )
b) Pesquisa ( )
c) Trabalho em Grupos ( )
d) Resolução de Problema ( )
e) Jogos ( )
f) Experiências ( )

Por quê?

_____
_____
_____
_____

14) Um dos grandes problemas das escolas é que não levam em consideração os interesses e conhecimentos prévios dos alunos.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

15) O aluno com mais autonomia na condução dos seus estudos faz com que o professor perca o controle da sala de aula.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

16) O aluno deve ser incentivado a buscar soluções para um problema antes de aceitar uma solução pronta.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

17) O professor não deve incentivar a autonomia dos alunos.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

Por quê?

_____

_____

18) Em um curso de licenciatura, questões relacionadas à prática do professor devem ser estudadas no Estágio Supervisionado, quando o aluno terá mais maturidade.

a) Concordo ( ) b) Discordo ( ) c) Não tenho Opinião ( )

APÊNDICE II: Legendas para as variáveis utilizadas no software SPSS

PROF – 1) Você pretende ser professor?
S – Sim
N – Não

ATH – 2) Você desenvolveu atitudes e habilidades ao estudar com a metodologia PBL?
S – Sim
N – Não

OBJ – 3) Os objetivos da disciplina (conhecimentos, habilidades e atitudes) foram alcançados? Justifique sua resposta.
S – Sim
N – Não

AVA – 4) Qual sua avaliação sobre a metodologia PBL?
P – Positiva
N – Negativa

VANT – 5) Há vantagens na metodologia PBL?
S – Sim
N – Não

DESV – 6) Há desvantagens na metodologia PBL?
S – Sim
N – Não

UQD – 7) Você acha que qualquer disciplina pode utilizar o método PBL no processo de ensino e aprendizagem?
S – Sim
N – Não

FH – 8) O PBL (*Problem Based Learning*) permite ao aluno formular hipóteses e comparar diferentes formas de resolução de um problema.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

PE – 9) Um dos grandes problemas das escolas é que não levam em consideração os interesses e conhecimentos prévios dos alunos.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

CS – 10) O aluno com mais autonomia na condução dos seus estudos faz com que o professor perca o controle da sala de aula.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

IBS – 11) O aluno deve ser incentivado a buscar soluções para um problema antes de aceitar uma solução pronta.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

NIA – 12) O professor não deve incentivar a autonomia dos alunos.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

EST – 13) Em um curso de licenciatura, questões relacionadas à prática do professor devem ser estudadas no Estágio Supervisionado, quando o aluno terá mais maturidade.
C – Concordo
D – Discordo
NTO – Não Tenho Opinião

APÊNDICE III: Dados de Frequências fornecidos pelo SPSS

		N	Marginal Percentage
PROF	N	21	51,2%
	S	20	48,8%
ATH	N	2	4,9%
	S	39	95,1%
OBJ	N	5	12,2%
	S	36	87,8%
AVA	N	5	12,2%
	P	36	87,8%
VANT	N	1	2,4%
	S	40	97,6%
DESV	N	10	24,4%
	S	31	75,6%
UQD	NAO	12	29,3%
	NTO	3	7,3%
	SIM	26	63,4%
FH	C	39	95,1%
	D	1	2,4%
	NTO	1	2,4%
PE	C	37	90,2%
	D	2	4,9%
	NTO	2	4,9%
CS	C	8	19,5%
	D	30	73,2%
	NTO	3	7,3%
IBS	C	39	95,1%
	D	1	2,4%
	NTO	1	2,4%
NIA	C	4	9,8%
	D	33	80,5%
	NTO	4	9,8%
EST	C	25	61,0%
	D	12	29,3%
	NTO	4	9,8%

Valid	41	100,0%
Missing	0	
Total	41	

APÊNDICE IV: Exemplo de cruzamentos entre questões (variáveis) no SPSS

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PROF * EST	41	100,0%	0	,0%	41	100,0%

PROF * EST Crosstabulation

Count

		EST			
		C	D	NTO	Total
PROF	N	14	5	2	21
	S	11	7	2	20
	Total	25	12	4	41

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PROF * NIA	41	100,0%	0	,0%	41	100,0%

PROF * NIA Crosstabulation

Count

		NIA			
		C	D	NTO	Total
PROF	N	2	19	0	21
	S	2	14	4	20
	Total	4	33	4	41

APÊNDICE V: Problema 1

Problema 1 - Componentes Internos de um Computador

Data de entrega: 26 de março de 2009
Nota máxima: 10

Tema

Estudo dos elementos internos de um computador, suas iterações e seu funcionamento, bem como a representação de informação em um sistema computacional.

Objetivos

- Compreender o funcionamento de um computador, do ponto de vista da arquitetura de Von Neumann;
- Compreender o funcionamento dos diversos periféricos envolvidos em um sistema computacional;
- Compreender os conceitos de representação de informações e programas em um computador.

Cronograma

Semana	Data	Grupo Tutorial	Aula
1	12/03/09	P1: Componentes internos	Apresentação da Disciplina Sessão Tutorial Entrega do Problema Brainstorm
2	19/03/09	P1: Componentes internos	Sessão Tutorial Revisão do Problema à luz das pesquisas individuais
3	26/03/09	Construção do produto	Seminário de Exibição dos Produtos

Problema

O uso de material educacional alternativo tem se mostrado eficiente na educação infanto-juvenil. O caráter pedagógico tem sido explorado nos materiais didáticos, modificando o modo como a informação é transmitida ao leitor. Neste sentido, observa-se cada vez mais o uso de uma linguagem moderna, compatível com a idade do leitor.
Recentemente, você foi contratado para ministrar aulas de Química no 1º ano do ensino médio em uma escola na cidade de Oliveira de Fátima, estado do Tocantins. Ao conhecer as dependências da escola, você se deparou com um laboratório de informática com 20 computadores novos. Com a autorização do diretor da escola, você resolveu utilizar o laboratório para demonstrar experimentos químicos com o auxílio de softwares de simulação. No entanto, você teve uma surpresa ao descobrir que nenhum aluno jamais havia tido contato com computadores ou qualquer recurso informatizado, os alunos consideravam o computador "uma caixa preta" e desconheciam sua utilidade e princípio de funcionamento. Desse modo, o diretor da escola, sabendo que você cursou a disciplina de Computação na sua graduação em

Química, solicitou a você a elaboração de um material bibliográfico para ser usado em um curso avançado de informática para adolescentes. Esse curso favorecerá suas aulas de química e a de outros professores que queiram utilizar o laboratório como um recurso adicional para suas aulas. Entre outras informações, o diretor disse que o material pode ser ilustrado ou não, e pode ser um conto, uma história em quadrinhos, ou até mesmo uma narração por um personagem característico. A história deve contemplar necessariamente os seguintes temas:

- origem do computador;
- funcionamento interno, em um bom nível de detalhamento;
- descrição de periféricos típicos;
- como são armazenadas e representadas as informações;
- o que são programas, e como funcionam em um computador;

Tome cuidado para que as informações sejam coerentes, e condizentes com a realidade. Baseie suas informações em fontes que são realmente confiáveis, como livros e artigos, e tome cuidado com as informações que buscar na internet!

Produto

Você deve elaborar uma estória, com um ou mais personagens, com estilo livre. Suas respostas devem incluir toda a informação necessária para que o estudante a compreenda, em uma linguagem clara e objetiva, sem deixar de lado os principais conceitos envolvidos em cada questão.
Seu produto deverá enviado ao site do TELEDUC (www.), até as 23:00 do dia 26/03/09. Não se esqueça de assinar a lista de entrega. Como o formato da estória é livre, não há limitações ou restrições quanto à formatação e tamanho, apenas seja coerente e sensato! Lembre-se de que o importante são os conceitos a serem aprendidos com o material.

Avaliação

A avaliação será feita pelo tutor do grupo, sobre o material submetido no site do TELEDUC. Serão avaliados a capacidade de articulação e expressão das ideias, os conceitos apresentados e a apresentação geral do produto. Será atribuída uma nota de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) ao produto entregue, levando-se em conta a apresentação do autor no dia do Seminário. Em caso de insatisfação com o conceito obtido, o estudante poderá submeter uma nova versão do produto no prazo de 7 dias, a contar do dia do seminário, considerando todas as observações feitas pelo tutor.

Recursos para Aprendizagem

- STALLINGS, W. Arquitetura e Organização de Computadores. São Paulo: Makron Books, 2002.
- TANENBAUM, A. S. Organização Estruturada de computadores. 4. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- PATTERSON, D. A., HENNESSY, J. L. Organização e Projeto de Computadores: A Interface Hardware/Software. 2. Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- TANENBAUM, S *Sistemas operacionais modernos.* Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995.
- MONTEIRO, M. A. – *Introdução à Organização de Computadores*. LTC, 1992
- BIZZOTTO, C, E. N.. *Informática básica. Passo a passo, conciso e objetivo*. 2 ed.. Florianópolis: Visual Books, 1998.

• LEWIS, H.R e PAPADIMITRIOU, C.H. – *Elementos de Teoria da Computação*, Bookman, Porto Alegre, 2000.
• Revistas: INFO Exame, PC World, Byte, Exame, etc.
• Site da Internet: www.clubedohardware.com.br
• Site da Internet: www.tomshardware.com

APÊNDICE VI: Problema 2

Problema 2 – Planilha Indicativa de Alimentos Ácidos, Neutros ou Básicos

Data da entrega: 30/04/09
Nota Máxima: 10

Tema:

Estudo de planilhas eletrônicas e suas funções como fórmula para procura de valores, fórmula de condição, fórmula de contagem, fórmula para determinar maior valor, menor valor e média, classificação de dados (valores em ordem) e criação de gráficos.

Objetivos

Compreender e utilizar as fórmulas mais usuais do software aplicativo MS-Excel;
Desenvolver gráficos a partir de dados colhidos em experimentos;
Utilizar os recursos de uma planilha eletrônica para registro de experiências químicas.

Cronograma

Semana	Data	Grupo Tutorial	Aula
1	16/04/09	P2: Planilha Indicativa	1º Sessão Tutorial • Entrega do Problema • Brainstorm • Apresentação de Resultados
2	23/04/09	P2: Planilha Indicativa	2º Sessão Tutorial • Revisão do Problema à luz das pesquisas individuais • Apresentação de Resultados • Início da Construção do Produto
3	30/04/09		Término e Entrega dos Produtos (Postar no Teleduc)
4	07/05/09		Entrega do Relatório (Impresso e postado no Teleduc)

Problema

Agora que seus alunos da escola de Oliveira de Fátima já estão familiarizados com o computador, mediante o material pedagógico que você produziu, você gostaria de utilizar o computador para explicar conceitos de química de forma significativa, pois os alunos vinham se mostrando bastante desinteressados com suas aulas de química. E enquanto os alunos resolviam uma lista com 58 exercícios que você havia proposto, você começou a pensar uma forma de trabalhar a química com o auxilio da tecnologia. Depois de pensar por algum tempo, você percebeu que havia um aluno na sua frente pedindo para ir até a enfermaria da escola para ser medicado porque estava com uma forte queimação no estômago, você consentiu e

disse a ele para analisar os alimentos que ingeria, porque em muitos casos a azia é ocasionada pela ingestão de alimentos ácidos. Enquanto observava o aluno, você teve uma ideia: iria trabalhar os conceitos de ácidos e bases e como contextualização iria desenvolver uma planilha e também gráficos com uma listagem dos alimentos mais consumidos pelos alunos e seus níveis de acidez ou alcalinidade.
Ao compartilhar sua ideia com a turma, cada aluno da sala indicou um elemento para diminuir a queimação, um aluno indicou suco de melancia, outro indicou leite, outro indicou suco de limão ou laranja e outro indicou bicarbonato de sódio ou sal amoníaco diluído nos alimentos...
Você como químico sabe que o conhecimento do senso comum (popular) às vezes tem fundamentos científicos e resolveu testar todos os alimentos indicados e os alimentos mais consumidos pelos alunos. Pois você sabe que o suco gástrico do estômago tem pH de 1.5 e, entre outras substâncias, possui ácido clorídrico, podendo variar entre 1 e 3,5. Alimentos ácidos produzem excesso de acidez no estômago e fazem com que o suco gástrico, além de proporcionar a digestão gástrica dos alimentos, também queime a parede do estômago.
A escola, por sua vez, não dispõe de equipamentos adequados para testar o pH dos alimentos. Para revolver a falta de recursos, você optou por usar uma antiga experiência feita em sua graduação na qual o pH de um alimento ou substância era testado utilizando **suco de repolho roxo**. Você explicou aos seus alunos que a experiência não daria o nível exato de pH, este só é conseguido através de um medidor de pH, assim, seriam registrados apenas os valores aproximados, de acordo com as cores apresentadas nas reações entre o suco de repolho e o alimento. Todavia, você sabe que quanto maior a quantidade de alimentos testados, mais rica será a escala de cores e seus respectivos valores de pH.
Desse modo, você agendou o laboratório de informática, reservou um espaço e os recursos necessários para as experiências e criou o ambiente para a utilização da planilha eletrônica, juntamente com seus alunos, a partir das experiências feitas com os alimentos. Sua ideia é fazer uma planilha com gráficos que possibilite a inclusão de novos alimentos e que semanalmente a planilha seja atualizada, impressa e fixada no mural da sala, juntamente com os gráficos e estatísticas como contagem dos alimentos ácidos, básicos e neutros, alimento com maior nível de pH, alimento com menor nível de pH, média de pH dos alimentos ácidos e básicos, classificação do alimento mais ácido para o menos ácido (ordenação). Você deseja também que sua planilha possibilite selecionar a cor de reação para cada alimento testado (do mesmo modo como acontece nos cadastros da internet quando escolhemos o Estado - UF) e que após escolher a cor, automaticamente, apareça o nível de pH do alimento e também deve indicar o tipo do alimento, ou seja, se o pH for 7 deve escrever “Neutro”, se for menor que 7 deve escrever “Ácido” e se for maior que 7 deve escrever “Base”. Todo o processo de criação da planilha, mediante os conceitos de ácidos e bases, você delegou aos alunos e participará sempre como mediador.

Produto

Você deve desenvolver uma planilha eletrônica a partir das instruções dadas no problema, mas não há limitações ou restrições caso queira **adicionar** mais algumas ideias ou recursos extras à sua planilha, use a criatividade para enriquecer o material desenvolvido. **Importante: não mude o enfoque principal do problema**. Leve em consideração que o assunto é “o uso de planilhas eletrônicas na representação de ácidos e bases e seus níveis de pH”. Embora o estudo seja realizado nos grupos tutoriais, **o produto deverá ser desenvolvido em duplas**. Seu produto deverá enviado ao site do TELEDUC, até as 00:00 do dia 30/04/09, contendo os nomes e RA dos dois alunos. **Obs:** A tabela de valores de pH e suas respectivas cores encontra-se no endereço: http://www.sidney.site50.net/Tabela_Cores.zip

Avaliação

A avaliação será feita pelo professor/tutor do grupo, sobre o material submetido no site do TELEDUC. Serão avaliadas a capacidade de articulação e expressão das ideias mediante indicações do problema, os conceitos utilizados (da experiência e da informática) e a apresentação geral do produto. Será atribuída uma nota de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) ao produto entregue.

Recursos para Aprendizagem

Com relação ao MS-Excel

- MANZANO, André Luiz N. G. **Estudo dirigido MS-Excel 97**. São Paulo. Érica, 1997.
- SILVA, Mário Gomes da. **Informática – Excel 97 – Access 97 – PowerPoint 97**. São Paulo. Érica, 1998.
- ASSUMPÇÃO FILHO, Milton Mira de. **Microsoft Excel 2000: passo a passo: lite**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- **Site Oficial da Microsoft sobre o MS-Excel:** http://office.microsoft.com/pt-br/excel/default.aspx
- **Apostila de Fórmulas do Excel:** http://www.sidney.site50.net/Apostila_Formulas_Excel.zip
- **Apostila de Estatística no Excel:** http://www.sidney.site50.net/Apostila_Estatistica_Graficos_Excel.zip

Com relação à Experiência Química

- **Estudo da Eficácia do Extrato de Repolho Roxo como Indicador Ácido-Base** http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009/estudo.pdf
- **Revista Química Nova na Escola - Equilíbrio Ácido - Base. Número 1, Maio de 1995. -** http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/exper1.pdf
- **Experiências de alunos com Indicadores Ácido- Base** www.colmagno.com.br/plus/MariaJulia/IndicadoresAcido-base.ppt
- **Veja na sala de Aula -** http://veja.abril.com.br/saladeaula/270906/p_04.html
- **Experimentos de Química - Com Produtos Caseiros** http://www.feiradeciencias.com.br/sala21/21_07.asp
- **Experimentoteca de Solos pH do Solo** http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos7.pdf
- **Experimentos -** http://www.pontociencia.org.br/experimentos.php
- **Invivo – Jogos e experiências - De olho no repolho** http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=926&sid=3
- **Alimentos Indicadores de pH -** http://199.6.131.12/pt/scictr/lab/food_ph/notes.htm

APÊNDICE VII: Problema 3

Problema 3 – Programa de Computador para Apoio às Aulas de Química

Data da entrega: 25/06/09
Nota Máxima: 10

Tema:

Algoritmos: conceitos, representações e aplicações.

Objetivos

- Compreender os fundamentos de algoritmos, desde a sua conceituação até suas formas de representação (código escrito em linguagem Pascal);
- Compreender as etapas de entrada, processamento e saída envolvidas na solução de um problema através do uso do computador;
- Compreender as principais **estruturas de seleção e de repetição** utilizadas em algoritmos e aplicá-las para resolver problemas da Química;
- Interpretar um problema através de abstrações e uso do raciocínio lógico;
- Projetar possíveis soluções para um problema da Química na forma de algoritmos expressos através da linguagem Pascal;
- Pesquisar sobre noções básicas de algoritmos em diversas fontes tais como bibliografia básica e sites na Internet;

Cronograma

Semana	Data	Grupo Tutorial	Aula
1	04/06/09	P3: Programa de Computador	1º Sessão Tutorial • Entrega do Problema • Brainstorm • Apresentação de Resultados
2	11/06/09	P3: Programa de Computador	2º Sessão Tutorial • Revisão do Problema à luz das pesquisas individuais • Apresentação de Resultados • Início da Construção do Produto
3	18/06/09	P3: Programa de Computador	Construção do Produto
4	25/06/09		• Término e Entrega do Produto (Postar no Teleduc) – Arquivo .pas • Entrega do Relatório (Impresso e postado no Teleduc)

Problema

Após as experiências que seus alunos tiveram ao trabalhar os ácidos e bases com o auxílio de uma planilha eletrônica, você percebeu que durante algumas semanas eles se mostraram bastante ativos e autônomos no processo de construção do conhecimento e não apenas observadores passivos das teorias expostas por você. Porém, os últimos tópicos apresentados nas suas aulas contemplavam muitas fórmulas matemáticas para realização de cálculos químicos. Você percebeu que o interesse dos alunos caiu drasticamente à medida que você tentava expor conceitos químicos que envolvessem cálculos mais sofisticados. Ao realizar os exercícios poucos alunos obtinham sucesso com o uso das fórmulas e o resultado das contas quase sempre eram incorretos. Você questionou seus alunos sobre qual seria o motivo do declínio tão perceptível no interesse em aprender e da pouca habilidade em realizar cálculos. Muitos alunos queixaram-se que desde a 8º série o professor de matemática faltava muito e quando vinha chegava atrasado e cansado porque trabalhava em três escolas. Os alunos relataram ainda que o problema havia se agravado quando iniciaram o 1º ano do ensino médio porque o professor havia pedido demissão e eles iniciaram o ano letivo sem professor de matemática. Ficaram sem aulas por quase 3 meses e somente há uma semana a escola tinha conseguido contratar um professor de física para dar aulas de matemática, o que obrigou os alunos a terem aulas inclusive aos sábados.

Diante desse quadro, você refletiu sobre uma maneira de fazer com que os alunos retomassem o interesse e a habilidade em raciocinar e concluiu que deveria usar os recursos do computador mais uma vez. Você se lembrou das suas aulas de computação durante a graduação em que você havia utilizado uma linguagem de programação chamada Pascal na qual era possível criar inúmeras fórmulas para cálculos matemáticos mediante a entrada de variáveis que fizessem parte dos cálculos. Você se lembrou que o mais importante era entender a fórmula e suas regras, saber quais eram as constantes e variáveis dessa fórmula e se havia alguma **condição** ou teste para usar os resultados obtidos.

Você compartilhou sua ideia com os alunos e pediu a colaboração de todos para selecionar várias fórmulas da química, pois você iria desenvolver em Pascal um programa que seria uma "calculadora" química com muitas opções. Você deixou claro que a lógica e as regras das fórmulas deveriam ser muito bem entendidas pelos alunos pois seriam eles que forneceriam todos os elementos para que o professor criasse o programa, ou seja, o professor seria o programador responsável por converter as regras (lógica) das fórmulas explicadas pelos alunos em linguagem Pascal e assim desenvolver o programa. Ao elaborar as fórmulas para a calculadora os alunos exercitariam as regras e conceitos envolvidos nos cálculos e quando o professor disponibilizasse a calculadora pronta os alunos poderiam conferir se os resultados dos cálculos, feitos por eles no caderno, estavam ou não corretos.

Os alunos ficaram entusiasmados com a ideia e um deles chegou até elaborar uma possível tela: primeiramente apareceria um menu com as opções de cálculos escritas na tela e caso o usuário quisesse sair do programa também deveria ter essa opção, ou seja, o usuário realizaria no programa os cálculos que quisesse **enquanto** não respondesse 'S' de 'Sair'.

Produto

Você deve desenvolver um programa de computador (algoritmo computacional escrito em linguagem Pascal) a partir das instruções dadas no problema, não há limitações ou restrições de uso da linguagem Pascal ou dos conceitos químicos, use a criatividade para enriquecer o material desenvolvido. Importante: não mude o enfoque principal do problema. Leve em consideração que o tema é "usar a linguagem de programação Pascal para criar um programa com várias opções de cálculos e testes químicos". Embora o estudo seja realizado nos grupos

tutoriais para facilitar a troca de ideias, o produto deverá ser desenvolvido em duplas. Seu produto deverá ser enviado ao site do TELEDUC até as 00:00 do dia 25/06/09, contendo os nomes e RA dos dois alunos.

Avaliação

A avaliação será feita pelo professor/tutor do grupo, sobre o produto (Programa em Pascal – Arquivo .pas) submetido no site do TELEDUC. Será avaliada a capacidade de articulação e expressão das ideias mediante indicações do problema, os conceitos utilizados (conceitos da Química e da Linguagem Pascal) e a apresentação geral do produto (**criatividade** e **complexidade**). Será atribuída uma nota de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) ao produto entregue. Produtos idênticos serão desconsiderados e receberão nota zero.

Recursos para Aprendizagem

Livros:

MANZANO, J. A. N. G., YAMATUMI, W. Y. **Programando em Turbo Pascal 7.0: Guia Prático de Orientação e Desenvolvimento.** Editora Érica: São Paulo, 1996.
FARRER, Harry; BECKER, Cristiano; FARIA, Eduardo; et al. **Pascal estruturado**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
FILBY, G., KLUSMANN, M. **Turbo Pascal for Chemists: A Problem Solving and Practical Approach**. 1ª ed. Weinheim; New York; Basel; Cambridge: VCH, 1992.
FARRER, Harry; BECKER, Cristiano; FARIA, Eduardo; et al. **Algoritmos Estruturados**. 3ª ed. São Paulo: LTC, 1999.
MEDINA, Marco; FERTIG, Cristina. **Algoritmos e Programação: Teoria e Prática**. 1ª ed. São Paulo: Editora Novatec. 2005.
ARAÚJO, Everton Coimbra. **Algoritmos, Fundamentos e Prática**. 2ª ed. Florianópolis: Editora Visual Books. 2005.

Apostilas:

Apostilas Programação Pascal
http://www.sidney.site50.net/Apostila_Programacao_Pascal.zip
Apostila Linguagem Pascal
http://www.sidney.site50.net/Apostila_Ling_Pascal.zip
Apostila Turbo Pascal
http://www.sidney.site50.net/Apostila_Pascal.zip

Sites:

- Portal da Programação:
http://www.portaldaprogramacao.com/index_linguagem.asp?c=19
- Introdução ao Pascal (Unicamp):
http://www.fec.unicamp.br/~paulo/pascal/
- Pascal Central:
http://pascal-central.com/
- Turbo Pascal:
http://www.unimep.br/~vmdzilio/riindex.htm

APÊNDICE VIII: Problema 4

Problema 4 – Seleção e Análise de Objetos de Aprendizagem

Data da entrega: 08/07/09
Nota Máxima: 10

Tema: Objetos de Aprendizagem

Objetivos

Compreender o conceito e o uso de Objetos de Aprendizagem;
Selecionar e analisar Objetos de Aprendizagem relacionados à Química;
Desenvolver ideias para a produção de Objetos de Aprendizagem.

Cronograma

Semana	Data	Grupo Tutorial	Aula
1	25/07/09	P2: Objetos de Aprendizagem	1º Sessão Tutorial • Entrega do Problema • Brainstorm
2	02/07/09	P2: Objetos de Aprendizagem	2º Sessão Tutorial • Revisão do Problema à luz das pesquisas individuais • Apresentação de Resultados • Início da Construção do Produto
3	08/07/09		Entrega da Análise do Objeto e entrega do Relatório (Impresso e postado no Teleduc)

Problema

O Diretor da escola de Oliveira de Fátima sabendo que você estava utilizando o laboratório de informática de forma bastante produtiva decidiu realizar uma reunião pedagógica para solicitar a todos os professores que seguissem seu exemplo e utilizassem os computadores da escola como recurso para promover a aprendizagem. De início, o diretor pediu a todos os professores para que fizessem uma pesquisa e selecionassem um ou mais Objetos de Aprendizagem de sua disciplina. Um colega que estava ao seu lado perguntou o que era um Objeto de Aprendizagem, você respondeu que não tinha muita certeza e que o significado desse termo era a primeira coisa que iria pesquisar. O diretor deixou claro que o professor deveria analisar o Objeto de Aprendizagem e, se necessário, propor modificações ou adequações ao Objeto. Por exemplo, ao escrever sua análise do Objeto, o professor poderia usar os recursos de um editor de texto como balões explicativos ou desenhos (AutoFormas) para demonstrar como ele gostaria que fosse o Objeto, o mesmo recurso poderia ser utilizado também para destacar as qualidades do OA. Assim, o Diretor estava pensando em criar uma "midiateca" de Objetos de Aprendizagem das diversas disciplinas, por esse motivo o Objeto

de Aprendizagem selecionado por você deveria vir acompanhado de um texto crítico sobre o Objeto. O diretor pediu atenção a todos os professores com relação ao texto que seria desenvolvido, pois como sua análise ficaria armazenada juntamente com o Objeto estaria disponível a outros professores. A apresentação e o conteúdo da análise deveriam ser organizados de forma criativa e criteriosa mediante introdução, análise, conclusão e referências (Normas da ABNT).

Produto

Você deve fazer uma análise, ou seja, avaliar um Objeto de Aprendizagem da Química segundo os seguintes critérios: qualidade do conteúdo, usabilidade e potencial como ferramenta de ensino (Modelo Merlot[19] de Avaliação). Sua avaliação deverá ser uma análise textual, ou seja, uma descrição de como o objeto se comporta com relação a cada critério mencionado acima. Embora o estudo seja realizado nos grupos tutoriais para facilitar a troca de ideias, o produto deverá ser desenvolvido em duplas. Seu produto deverá ser enviado ao site do TELEDUC até as 00:00 do dia 08/07/09 contendo os nomes e RA dos dois alunos.

Avaliação

A avaliação será feita pelo professor/tutor do grupo, sobre o produto: Análise do Objeto (Arquivo .doc) submetido no site do TELEDUC. **A Análise do Objeto de Aprendizagem também deverá ser entregue ao professor na sua forma impressa**. Será avaliada a capacidade de articulação e expressão das ideias mediante indicações do problema e também a apresentação geral do produto (**criatividade** e **complexidade**). Será atribuída uma nota de 0,0 (zero) a 10,0 (dez) ao produto entregue. Produtos idênticos serão desconsiderados e receberão nota zero.

Recursos para Aprendizagem

Sites sobre Objetos de Aprendizagem:

- RIVED - Rede Internacional Virtual de Educação:
http://www.rived.mec.gov.br/

- Banco Internacional de Objetos Educacionais
http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/

- Portal do Professor:
http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html

- Sala de Aula - Objetos de Aprendizagem – Química:
http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/obj_apred_quim.asp

- Site do Laboratório Didático Virtual:
http://www.labvirtq.fe.usp.br/indice.asp

- Avaliando Objetos de Aprendizagem:
penta2.ufrgs.br/edu/avaliacao/avalObjetosAprendizagem.pdf

- Avaliação de Objetos de Aprendizagem:

[19] MERLOT - Multimedia Educational Resource for Leaning and Online Teaching. http://www.merlot.org

http://penta2.ufrgs.br/edu/objetosaprendizagem/

- Anna Christina Nascimento fala sobre Objetos de Aprendizagem:
http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/sala_de_aula_entrevista-01.asp

- Lynn Alves fala sobre Objetos de Aprendizagem:
http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/sala_de_aula_entrevista-02.asp

- Romero Tavares fala sobre Objetos de Aprendizagem:
http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/sala_de_aula_entrevista-03.asp

APÊNDICE IX: Avaliação Formativa

Avaliação da Disciplina de Computação - Curso Licenciatura em Química
Prof. Dr. Klaus Schlünzen Junior / Prof. Sidney de Oliveira Souza

Nome: _____RA:_____

1) Explique, segundo a arquitetura de Von Neumann, o funcionamento básico do computador. **(2,5)**

2) Você considera importante um aluno de licenciatura conhecer e utilizar recursos computacionais em sua futura profissão? Justifique. **(2,5)**

3) Comente o texto abaixo e especifique de que forma você utilizaria os recursos computacionais para a diagramação (disposição de texto e figuras) de um livro paradidático. **(2,5)**

> Segundo o dicionário Aurélio, diz-se que um material é paradidático quando é usado na complementação do ensino. Desse modo, os livros ou textos paradidáticos são constituídos de informações objetivas que, em resumo, pretendem transmitir conhecimento e informação. Abordam assuntos paralelos ligados às matérias do currículo regular, de forma a complementar os livros didáticos. Mesmo lançando mão da ficção e da linguagem poética, os livros paradidáticos têm sempre o intuito final de passar algum tipo de lição ou informação objetiva e esclarecedora.
> Referência bibliográfica: **Livros para crianças e literatura infantil: convergências e dissonâncias**. Ricardo Azevedo. Disponível em: http://www.ricardoazevedo.com.br/Artigo01.htm

4) De que forma você utilizaria o computador para facilitar o processo de ensino e aprendizagem de um conceito da química? Explique sua ideia através de um exemplo prático de um conceito químico selecionado por você e de como o computador poderá oferecer recursos para facilitar o ensino e o aprendizado desse conceito.
Obs: As situações usadas nos problemas (P1 e P2) resolvidos em sala de aula não podem ser utilizadas. Você deve elaborar uma situação diferente das situações apresentadas nos problemas P1 e P2. Os recursos computacionais podem ser os mesmos, mas o conceito da química deverá ser definido por você, por exemplo, sua ideia não poderá ser usar o Excel para definir o pH dos alimentos, pois essa ideia já foi trabalhada em sala de aula. **(2,5)**

As respostas serão avaliadas segundo os seguintes critérios:
* Habilidade em articular e relacionar ideias mediante texto escrito;
* Competência em solucionar problemas;
* Capacidade de raciocínio;
* Texto que evidencie que os temas estudados foram aprendidos (Construção de Conceito).